

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

**ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*) EN CONDICIONES AGRO ECOLÓGICAS  
DE SAN PEDRO DE CHONTA – MARAÑÓN - 2017**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**WILMER IVÁN PÉREZ CARRERA**

**HUÁNUCO, PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Ante todo a Dios, por haber sido mi guía espiritual en estos años de estudio y haberme dado las fuerzas necesarias para seguir adelante con mis sueños y esperanzas.

Con inmenso amor y cariño a mis padres: Justo Pérez Arteaga y Vicenta Carrera Domínguez, que sin el sacrificio realizado por ellos no hubiese sido posible llegar al término de esta importante etapa de mi vida. Les agradezco también por ser un apoyo fundamental en cada uno de los momentos más difíciles y estar siempre ahí cuando uno los necesita, además de brindarme siempre el amor y comprensión necesario para lograr cada uno de los objetivos y metas trazados para mi tan anhelada profesión.

A mis queridos tíos, José Mamani Calderón y Nolbertha Romero Arteaga por sus consejos y su apoyo, lo cual es esencial para poder realizar todo lo que uno sueña en la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Mg. Santos Jacobo Salinas, por tener la confianza depositada en mí para realizar esta investigación, además de tener la mejor disposición en todo momento.

Un agradecimiento al Dr. Rubén Rojas Portal y a la Mg. Liliana Vega por haber colaborado desinteresadamente en el trabajo experimental de esta Tesis, siendo ellos, un apoyo constante en todo este proceso.

A cada uno de los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas impartidas durante mi paso por las aulas universitarias

Por último les doy las gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la ejecución del presente trabajo de investigación.

# ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN CONDICIONES AGRO ECOLÓGICAS DE SAN PEDRO DE CHONTA – MARAÑÓN - 2017

## RESUMEN

La investigación adaptación y rendimiento de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en condiciones agroecológicas de San Pedro de Chonta - Marañón, el tipo de investigación aplicada y nivel experimental, la población constituida por las plantas de quinua por experimento a razón de 8 kg/ha. El Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) las observaciones fueron fases fenológicas, longitud de panojas, número de ramilletes por planta, peso por área neta experimental y su estimación a hectárea, con la técnica estadística ANDEVA y Duncan. Las técnicas de recolección de información bibliográfica y de campo fueron el análisis de contenido, fichaje, observación y los instrumentos las fichas, la libreta de campo. Los resultados permitieron concluir; que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en las fases fenológicas, en número de ramilletes por planta donde el tratamiento T<sub>3</sub> (DS: 0,10 m entre plantas) obtuvo un promedio de 4.40 ramilletes, en la longitud de panoja el mayor tamaño fue de 54,86 cm y el menor fue de 33,39 cm. El mayor peso de granos por área neta experimental fue de 0,913 kilos y estimado a hectárea 5072,22 kilos. Recomendando Implementar programas de introducción de variedades mejoradas de quinua con el objetivo de incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de vida de los pobladores de esta región.

**Palabras claves:** Adaptación - rendimiento – condiciones agroecológicas

**ADAPTATION AND PERFORMANCE OF QUINOA VARIETIES  
(*Chenopodium quinoa*) IN AGRO ECOLOGICAL CONDITIONS OF SAN  
PEDRO DE CHONTA - MARAÑÓN - 2017**

**ABSTRAC**

The research adaptation and yield of quinoa varieties (*Chenopodium quinoa Willd*) under agroecological conditions of San Pedro de Chonta - Marañón, the type of applied research and experimental level, the population constituted by quinoa plants per experiment at 8 kg / ha. The Design of Completely Random Blocks (DBCA) observations were phenological phases, length of panicles, number of corsages per plant, weight per experimental net area and its estimate to hectare, with the statistical technique ANDEVA and Duncan. The techniques for collecting bibliographic and field information were the content analysis, signing, observation and the instruments the cards, the field notebook. The results allowed to conclude; that there are significant statistical differences between the treatments in the phenological phases, in the number of bouquets per plant where the T3 treatment (DS: 0.10 m between plants) obtained an average of 4.40 bouquets, in the panicle length the largest size was 54.86 cm and the smaller one was 33.39 cm. The highest weight of grains per experimental net area was 0.913 kilos and an estimated 5072.22 kilos per hectare. Recommending the implementation of programs to introduce improved varieties of quinoa with the aim of increasing yields and improving the quality of life of the inhabitants of this region.

**Key words:** Adaptation - yield - agroecological conditions

# ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	08
<b>II. MARCO TEÓRICO.</b>	11
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
2.1.1. Características generales de la quinua	11
2.1.2. Desarrollo fenológico	13
2.1.3. Plagas y enfermedades	15
2.1.4. Características del cultivo	15
2.1.5. Variedades de quinua	15
2.1.6. Composición química del grano de quinua	16
2.1.7. Factores anti nutricionales de la quinua	19
2.1.8. Producción de quinua en el Perú	20
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	21
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.	21
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	22
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	22
3.4. TRATAMIENTOS	23
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	23
3.5.1. Diseño de la investigación	23
3.5.2. Datos registrados	28
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	29
3.5.3.1. Técnicas bibliográficas y de campo	29
3.5.3.2. Instrumento de recolección de información	30

3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	30
3.6.1. Labores agronómicas	30
3.6.2. Labores culturales.	32
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>35</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>45</b>
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>48</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>52</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La quinua se cultiva en los Andes Bolivianos, Peruanos, ecuatorianos, chilenos y colombianos desde hace 5000 años. Al igual que la papa, fue uno de los principales alimentos de los pueblos andinos preincaicos e incaicos. Se piensa que en el pasado también se empleó para usos cosméticos en la zona del altiplano peruano-boliviano-argentino.

Crece desde el nivel del mar en Perú y hasta los 4000 m de altitud en los Andes, aunque su altura más común es a partir de los 2500 m.s.n.m.

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) en 2017 dio a conocer que el Perú se mantiene como el principal productor mundial de quinua con 79,269 toneladas registrados en el 2016 y representaron el 53,3% del volumen de ese grano andino, seguido por Bolivia y Ecuador que contribuyeron con el 44% y 2,7%, respectivamente, conforme a estadísticas de la FAO.

Del mismo modo, el Perú sigue siendo el principal exportador mundial de quinua que lo lidera desde 2014 al lograr colocar en el mercado internacional 44,3 mil toneladas en el 2016, - conforme a cifras de TRADE MAP- lo que representó el 47,3% del volumen total exportado. Luego vienen Bolivia (31,4%), EE.UU (5,6%) y Países Bajos (3.6%).

En la Provincia de Marañón el uso de variedades mejoradas de quinua es muy reducido y por ello es importante desarrollar tecnologías apropiadas para incentivar a los agricultores a emplear variedades de mejor rendimiento. El desafío es disponer de técnicas sencillas y de bajo costo para poder manejar integralmente los sistemas de producción agrícola y de esta manera incrementar la producción.

En un mundo cada vez más hambriento las causas y efecto del incremento de la pobreza y la falta de acceso a fuentes de trabajo productivo que genere ingresos y la falta de capacidad de inversión propia por parte de los agricultores y una falta de capacidad para acceder al mercado para la comercialización de sus productos lo que conlleva a una baja productividad.

Existen diversos sistemas de siembra y variedades que muestran buenos resultados, pero una variedad que más se adapte en nuestro medio bien puede competir con ellos. Las tecnologías referidas anteriormente, se enmarcan en la búsqueda de una agricultura alternativa, especialmente, para los pequeños agricultores que mayormente han sido marginados por los avances del conocimiento científico y tecnológico de las últimas décadas

Dicho estudio estaría también aportando para lo que sería una guía en adaptación de variedades nuevas de quinua lo que ayudaría a muchos temas que se puede investigar para los cultivos requeridos en el futuro.

Esta realidad permitió formular el problema de ¿Se adaptarán las variedades de quinua y cuál será su rendimiento en condiciones agroecológicas de San Pedro de Chonta - Marañón 2017? y los **problemas específicos de:** ¿Cuál es el rendimiento de las variedades de quinua expresados en tamaño de panojas por planta?, ¿Tendrá buen rendimiento las variedades de quinua expresados en peso de granos por planta? y ¿Cuál será el comportamiento de las fases fenológicas de la quinua expresados en días a la emergencia, floración, fructificación y cosecha?

La investigación se justificó desde el punto de vista práctico por lo siguiente:

Desde el punto de vista económico, la introducción de nuevas variedades de quinua mejorada producirá un impacto positivo en la población, ya que se incrementará la producción y por lo tanto generará más ganancias y será una alternativa a la diversificación de cultivos.

Socialmente, los agricultores de la Provincia de Marañón, Distrito de San Pedro de Chonta ya no tendrán que traer quinua para su consumo de otros lugares, sino que serán capaces de producir en grandes cantidades en su mismo lugar y así variar su dieta alimenticia.

Desde el punto de vista alimenticio, La quinua posee un excepcional equilibrio de proteínas, grasas y carbohidratos (fundamentalmente almidón). Entre los aminoácidos presentes en sus proteínas destacan la lisina (importante para el desarrollo del cerebro) y la arginina e histidina, básicos

para el desarrollo humano durante la infancia. Igualmente es rica en metionina y cistina, en minerales como hierro, calcio y fósforo y vitaminas, mientras que es pobre en grasas, complementando de este modo a otros cereales y/o legumbres como las vainitas.

El promedio de proteínas en el grano es de 16 %, pero puede contener hasta 23 %, lo cual es más del doble que cualquier cereal. La grasa contenida es de 4 a 9 %, de los cuales la mitad contiene ácido linoleico, esencial para la dieta humana.

Brecha tecnológica, Los agricultores de la Provincia de Marañón, Distrito de San Pedro de Chonta no realizan un manejo tecnificado en sus cultivos lo que no les permite lograr buenos rendimientos, con este trabajo de investigación se generara una transferencia tecnológica en beneficio de la población local.

Desde el punto de vista del impacto ambiental, la obtención y aplicación de la fertilización orgánica abonos de la zona en una dosis adecuada para la buena producción de la quinua será de impacto positivo por ser un abono orgánico obtenido del estiércol de los animales y no será dañino al medio ambiente.

El objetivo general fue evaluar la adaptación y el rendimiento de las variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) en condiciones agroecológicas de San Pedro de Chonta – Marañón y los específicos de determinar el rendimiento las variedades de quinua expresados en tamaño de panojas por planta, determinar el rendimiento de las variedades de quinua expresados en peso de granos por planta e identificar las características de las fases fenológicas de la quinua expresados en días a la emergencia, floración, fructificación y cosecha.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. Características generales de la quinua

**Mujica** (1988) menciona que la quinua es una planta cuyo origen posiblemente es la zona andina, puesto que ella constituye uno de los ocho centros de domesticación de plantas cultivadas de la tierra. La diversidad de genotipos, así como de progenitores silvestres, se encontró en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, la mayor diversidad entre Potosí – Bolivia y Sicuani (Cuzco) – Perú.

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un pseudocereal nativa de la región andina, crece a diferentes alturas, desde el nivel del mar hasta la altura del Altiplano boliviano y en diversas condiciones climáticas. La quinua tiene una amplia diversidad genética, Le permite adaptarse a diversos entornos difíciles, como las tierras altas y las heladas.

#### **Clasificación botánica**

**Mujica** (2005) la quinua está ubicada taxonómicamente de la siguiente forma:

Reino: Vegetal

División: Phanerogamas

Clase: Dicotiledoneas

Sub clase: Angiospermas

Orden: Centrospermales

Familia: Amarantáceae

Género: *Chenopodium*

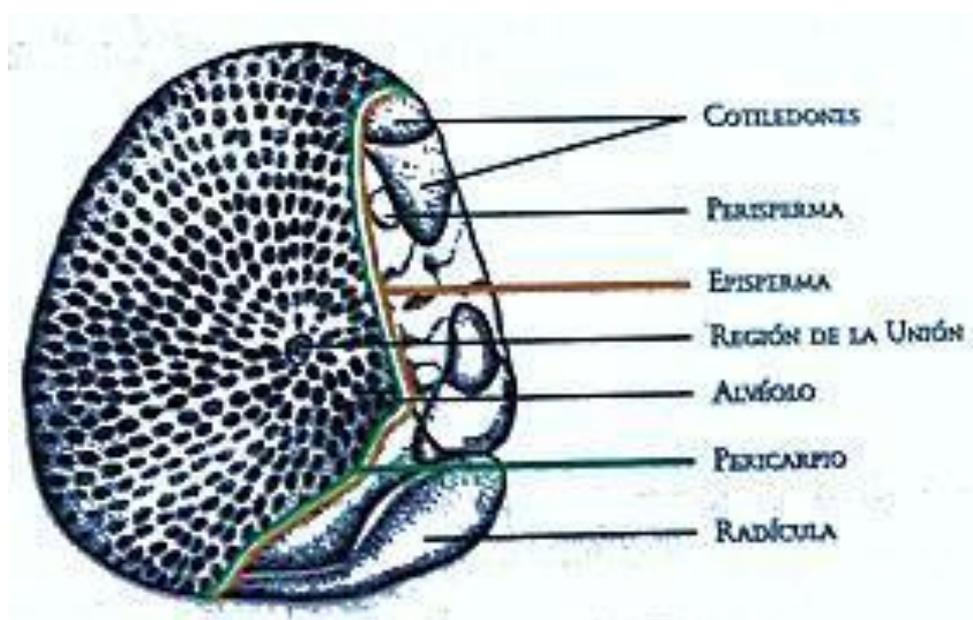
Sección: Chenopodia

Subsección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa*

### Descripción de la planta.

**Repo Carrasco**, (1988) indica que la planta de la quinua (*Chenopodium quinoa*) puede llegar a medir entre 0,5 m y 3,5 m de altura, dependiendo de la variedad y piso ecológico donde se cultive, su tallo puede ser recto o ramificado, de color variable. La espiga de la quinua, denominada panoja, tiene entre 15 y 70 cm puede llegar a tener un rendimiento de 220 g de granos por panoja. Las semillas o granos pueden ser blancos, café, amarillos, grises, rosados, rojos o negros. El pericarpio del fruto está pegado a la semilla, presenta alveolos, a su vez el grano o semilla, que es un dicotiledón, está envuelto por el epispermo (casi adherido). El embrión está formado por los cotiledones y la radícula, y constituye la mayor parte de la semilla que envuelve al epispermo, tal como se ilustra en la Figura 01.



**Figura 01: Estructura del grano de quinua.**

Fuente: Villacorta y Talavera, 1976

El epispermo ha sido estudiado por Villacorta y Talavera (1976), quienes describen cuatro capas:

a) Una capa externa que determina el color amarillo de la semilla de superficie rugosa, quebradiza y seca. Se desprende fácilmente con agua caliente (80 °C - 100 °C). En esta capa se ubica la saponina.

- b) La segunda capa difiere de la primera en el color y solo es observable cuando la primera es translúcida.
- c) La tercera capa es una membrana delgada, opaca y ligeramente amarilla.
- d) La cuarta capa es translúcida y está formada por una hilera de células que cubre el embrión.

**Repo Carrasco** (1992) menciona que los colores de las semillas pueden variar de blanco a gris y negro, o puede ser amarillo y rojo. Se consume como alimento del desayuno, así como alimento básico similar al maíz y la patata. La quinua era un alimento básico común en la región andina en el pasado, pero tiende a ser reemplazada por alimentos importados más baratos como el arroz y la pasta.

### 2.1.2. Desarrollo fenológico

**Ortiz y Zanabria** (1979) mencionan que las etapas fenológicas definen los diferentes estados de desarrollo del ciclo biológico de la planta. El desarrollo fenológico de la quinua comprende de 6 fases:

**Fase I:** Incluye la salida de los cotiledones, es decir hasta los 30 días después de la siembra.

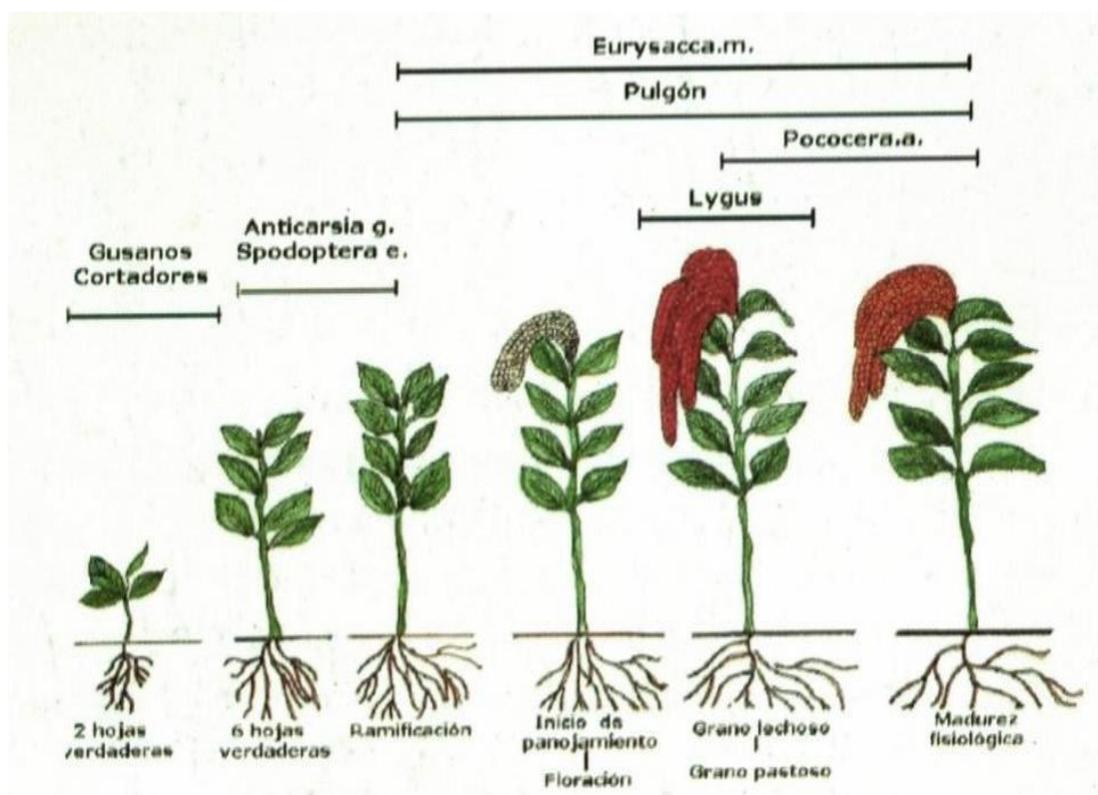
**Fase II:** Se inicia desde que la planta tiene una hoja verdadera hasta tener 7 o 9 hojas, cuando la planta alcanza los 30 cm, aproximadamente al segundo mes de siembra.

**Fase III:** Se inicia cuando la planta tiene 10 hojas a más hasta que se formen las primeras flores, esto es al tercer mes aproximadamente.

**Fase IV:** Esta es la fase en la que el cultivo está floreciendo en sí, alcanzando a formar la panoja, empieza a perder hojas y adquiere la coloración característica del cultivo. Esto es aproximadamente en el cuarto mes, a los 120 días de siembra.

**Fase V:** Se inicia con la aparición de los primeros granos lechosos, la panoja ya tiene una forma definida y coloración, la planta alcanza su mayor tamaño, la tercera parte del tallo descubierto hacia el suelo, en algunos casos se empieza a inclinar por el peso de los granos; esto es al quinto mes aproximadamente.

**Fase VI:** En esta fase es donde el grano de quinua llena la panoja totalmente y está casi duro, la planta comienza a tomar un matiz más pálido de su color normal, es al final de esta fase que se realiza la cosecha, a los 160 o 180 días aproximadamente.



**Figura 02: Desarrollo fenológico de la quinua**

Fuente: Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2005.

### 2.1.3. Plagas y enfermedades

**Instituto Nacional de Innovación Agraria**, (2005) reporta 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 KconaKcona o polilla y el Mildiu. En condiciones favorables para su desarrollo, pueden ocasionar pérdidas de hasta 100%.

### 2.1.4. Características del cultivo

**Repo Carrasco** (1988) señala que su cultivo se realiza periódicamente entre los 3000 msnm – 4 000 msnm, es decir, en los valles de piso intermedio y pisos altos. No se siembra como cultivo principal, sino que se incluye en la rotación de los cultivos (maíz, habas, papa, etc.) salvo en caso de cultivo de semilleros oficiales. La quinua utiliza el abonamiento químico aplicado a la papa del año agrícola anterior. La planta es cosechada aproximadamente a los 5 meses después de la siembra.

### 2.1.5. Variedades de quinua

**Instituto Nacional de Innovación Agraria**, (2005) reporta que la planta posee una gran variabilidad y diversidad, su clasificación se ha hecho en base a ecotipos, se reconoce cinco categorías básicas:

**Tipo Valle:** Crece en los valles andinos entre 2000 m.s.n.m. y 3600 m.s.n.m. Esta especie es de gran tamaño y tiene un largo período de crecimiento.

**Tipo Altiplánico:** Se desarrolla alrededor del lago Titicaca, resistente a las heladas, de poca altura, carece de ramas y tiene un corto período de crecimiento.

**Tipo Salares:** Propio de los terrenos salinos (llanuras) del altiplano boliviano, con resistencia a suelos salinos y alcalinos. Tiene semillas amargas con un alto contenido proteico.

**Cuadro 01: Cultivares de quinua a nivel nacional.**

<b>Cultivar</b>	<b>Sabor de grano</b>	<b>Color de grano</b>	<b>Tamaño de grano</b>	<b>Regiones de producción</b>
Amarilla Marangani	Amargo	Anaranjado	Grande	Cusco, Apurímac, Ayacucho
Blanca de Junín	Semidulce	Blanco	Mediano	Junín, Cusco, Cajamarca, Huancavelica, Huánuco
Rosa Junín	Dulce	Crema	Pequeño	La Libertad, Cajamarca, Junín, Cusco, Apurímac
Ayacuchana INIA	Dulce	Crema	Pequeño	Ayacucho, Apurímac, Huancavelica
Quillahuaman INIA	Semidulce	Crema	Mediano	Cusco
Huacariz	Semidulce	Blanco	Mediano	Junín
Hualhuas	Dulce	Blanco	Mediano	Junín
Mantaro	Dulce	Blanco	Mediano	Junín, Ayacucho, Ancash, Cajamarca
Rosada Yanamango	Semidulce	Blanco	Mediano	Junín, La Libertad
Salcedo INIA	Dulce	Blanco	Grande	Puno, Arequipa, Cusco, Moquegua
Illpa INIA	Dulce	Blanco	Grande	Puno, Arequipa, Cusco, Moquegua
Blanca de Juli	Semidulce	Blanco	Pequeño	Puno, Arequipa
Kancolla	Semidulce	Blanco	Mediano	Puno, Arequipa, Cusco
Cheweca	Semidulce	Blanco	Mediano	Puno, Arequipa, Cusco
INIA 415 Pasancalla	Dulce	Rojo	Mediano	Puno, Arequipa

### 2.1.6. Composición química del grano de quinua.

**Pérez et al** (1997) indican que la quinua es catalogada como un pseudo cereal, debido al comportamiento aminoacídico que es similar al de las leguminosas.

El contenido de proteínas y grasa de este grano es más alto que en el de otros cereales, en el Cuadro 2 se puede apreciar la composición química del grano de quinua.

**Cuadro 02. Composición del grano de quinua (g/100 gr)**

<b>Componente</b>	<b>Quinua (%)</b>	<b>Trigo (%)</b>	<b>Avena (%)</b>	<b>Maíz amarillo (%)</b>
Proteína	12,10	9,20	10,60	8,40
Lípidos	6,10	1,50	10,20	0,30
Carbohidratos	68,30	71,60	68,50	72,90
Fibra	6,80	3,00	2,70	3,80
Ceniza	2,70	1,10	6,00	1,20
Humedad	10,80	16,50	9,30	17,20

**Fuente:** Collazos, 1996

### **a) Proteínas**

**Repo Carrasco**, (1995) indica que la mayor parte de las proteínas se encuentran en el germen, este representa aproximadamente el 30% del peso de toda la semilla. En 1978 Scarpati de Briceño, determinó las fracciones proteicas de la quinua, un 45% estaba conformado por albúminas y globulinas, 23% por prolaminas y un 32% por glutelinas. Las proteínas solubles (albúminas y globulinas) tienen mayor contenido de aminoácidos esenciales, especialmente lisina, que las proteínas insolubles (prolaminas y glutelinas).

**Pérez et al**, (1997) señalan a la lisina, aminoácido limitante en los alimentos de origen vegetal se encuentra en la quinua en una proporción del doble que en la de otros cereales, la concentración de metionina es el 25% más que la de otros cereales, la concentración de triptófano es más o menos el mismo que en la cebada, avena y trigo. Siendo su aminoácido limitante la metionina.

### **b) Lípidos**

**Bruin** (1964) citado por **Repo Carrasco**, (1988) indica que un 6,1 % de la composición total de la quinua está representada por lípidos. De los cuales un 48 % está constituido por el ácido oleico, 50,7 % de ácido linoléico, 0,8 % de ácido linolénico y 0,4 % de ácidos saturados con el ácido palmítico como predominante

### c) Carbohidratos

El contenido de carbohidratos en la quinua difiere según sus variedades. El almidón es el principal carbohidrato, pues constituye entre un 58,1 - 64,2 %, este se ubica en el epispermo a diferencia de los cereales que lo almacenan en el endospermo.

**Cuadro 03: Composición de carbohidratos de tres variedades de quinua (% B.S.).**

<b>Componente</b>	<b>Roja</b>	<b>Amarilla</b>	<b>Blanca</b>
Almidón	59,20	58,10	64,20
Monosacáridos	2,00	2,10	1,80
Disacáridos	2,60	2,20	2,60
Fibra cruda	2,40	3,10	2,10
Pentosanás	2,90	3,00	3,60

Fuente: Bruin, 1964, citado por Repo-Carrasco, 1988

**Scarpati de Briceño**, (1982), citado por **Tapia**, (1990) indica que el almidón de la quinua, es pequeño, tiene un promedio de 2  $\mu\text{m}$  de diámetro/grano, comparado con el de 30  $\mu\text{m}$  para el maíz. El gránulo del almidón es insoluble en agua fría, a temperaturas mayores sus moléculas empiezan a formar puentes de hidrógeno absorbiendo mucha agua, hinchándose, este fenómeno conocido como gelatinización empieza en la quinua a 56,9 °C y termina con la gelatinización de todos los gránulos a 70 °C, durante la gelatinización la viscosidad de la suspensión de almidón aumenta.

### d) Vitaminas y minerales

El grano de la quinua no solo es importante por la calidad de sus proteínas, sino también por el contenido de las mismas, existen vitaminas del grupo B en apreciable cantidad al igual que en los cereales comunes, pero a diferencia de ellos en su composición tiene vitamina C, lo que le da la superioridad en la ración alimentaria.

**Paredes**, (1993) la quinua es rica en fósforo y potasio (representa hasta un 65% del total de cenizas), el contenido en hierro y calcio en la

quinua es mayor a la del trigo, aunque esta última siga siendo deficiente en proporción con el fósforo, para la relación Calcio: Fósforo.

**Cuadro 04: Contenido de minerales y vitaminas en el grano de quinua comparada con otros cereales (mg/100 gr de MS)**

<b>Componentes</b>	<b>Quinua Blanca (1)</b>	<b>Trigo</b>	<b>Maíz Amarillo</b>	<b>Avena</b>
Calcio	107,00	36,00	6,00	100,00
Fósforo	302,00	224,00	267,00	321,00
Hierro	5,20	4,60	3,70	2,50
Tiamina (B1)	1,46	0,20	0,30	---
Riboflavina (B2)	0,30	0,08	0,16	0,04
Niacina (B3)	1,17	2,85	3,25	---
Ácido ascórbico	1,10	---	---	---

Fuente: Collazos, 1975.

**Bruin** (1964), citado por **Repo y Carrasco** (1988) menciona que la quinua contiene relativamente una alta cantidad de vitamina E (46 ppm - 59 ppm de M.S.).

**Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe y PROINPA** (2011) debido a su alto potencial nutritivo y a su diversidad genética, la quinua es clasificada por la FAO como uno de los prometedores cultivos de la humanidad que Pueden contribuir a la seguridad alimentaria en el siglo XXI.

### **2.1.7. Factores anti nutricionales de la quinua**

**Ruales y Nair** (1994) señalan que la quinua presenta factores anti nutricionales que pueden afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales. Estos anti nutrientes son: saponinas, fitatos, taninos e inhibidores de proteasa; de los cuales la saponina es el principal anti nutriente de la quinua.

### **Saponina**

**Ruales y Nair** (1994) indican que el término "Saponina" se considera aplicable a dos grupos de glucósidos vegetales uno de ellos compuestos por los glucósidos triterpenoides de reacción ligeramente ácida, y el otro por los esteroides derivados del perhidro 1,2 ciclopentanofenantreno. Tienen como propiedad la de formar espuma en solución acuosa y son también solubles en alcohol absoluto y otros solventes orgánicos. Químicamente, las saponinas son glucósidos triterpenoides (C30) y esteroides (C27) que por hidrólisis liberan:

- a) Una o más unidades de azúcares
- b) Una aglicona llamada sapogenina, que en el caso de la quinua tienen una estructura triterpenoide.

#### **2.1.8. Producción de quinua en el Perú**

De acuerdo a información recogida por la Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria del MINAGRI, la principal zona productora de quinua en el Perú durante al año 2016 fue Puno con 35,166 toneladas, lo cual 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%).

En materia de rendimientos, la zona productora de Arequipa lideró el ranking con 3.4 toneladas por hectárea. Le siguieron Tacna, Lambayeque, Lima con 2 toneladas/hectárea y Junín (1.9 toneladas/hectárea). El rendimiento promedio nacional fue 1.2 t/ha.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Se desarrolló en San Pedro de Chonta, ubicado en el distrito de Cholón cuya ubicación política y geográfica es el siguiente:

#### **Ubicación política:**

Región : Huánuco  
Provincia : Marañón  
Distrito : Cholón  
Lugar : San Pedro de Chonta

#### **Posición Geográfica:**

Latitud Sur : 08° 39' 26.9" del Ecuador  
Longitud Oeste : 76° 51' 58.6" del meridiano de Greenwich  
Altitud : 2, 432 msnm.

#### **Historial del terreno**

El historial del lote de terreno presentó durante cuatro años anteriores los siguientes cultivos:

Campaña agrícola 2013 – 2014 : Terreno en descanso.

Campaña agrícola 2014 – 2015 : Cultivo de maíz.

Campaña agrícola 2015– 2016 : Terreno en descanso.

Campaña agrícola 2016 - 2017 : Cultivo de maíz.

### **3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

#### **Tipo de investigación**

Aplicada, porque generó tecnologías expresados en la adaptación de variedades de quinua a las condiciones agroecológicas de la localidad de San Pedro de Chonta – Cholón - Marañón, solucionando el problema de los productores de quinua, que son los bajos rendimientos.

#### **Nivel de la investigación**

Experimental, porque se manipuló la variable independiente variedades de quinua, se midió la variable dependiente adaptación y rendimiento y se comparó con un testigo.

### **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

#### **Población**

Estuvo constituido por 3 variedades de quinua y 1 variedad local como testigo, que hacen 1600 plantas por experimento y 100 plantas por parcela experimental.

#### **Muestra**

Constituida por 480 plantas de quinua de las áreas experimentales y 30 plantas por unidad netamente experimental.

#### **Tipo de muestreo**

Probabilística (estadístico) en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las semillas la quinua al momento de la siembra tiene la misma probabilidad de ser la muestra.

#### **Unidad de análisis**

Estuvo constituida por la parcela experimental en donde se encuentra las plantas de la quinua.

### 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

CLAVE	TRATAMIENTOS: DESCRIPCIÓN
T1	<b>Blanca Hualhuas</b> Se adaptó en varias localidades pertenecientes a la Cuenca del Mantaro. Rendimiento 3.20 T/Ha.
T2	<b>Salcedo INIA</b> , Adaptada a sierra media y alta entre los 2500 a 4000 msnm. Rendimiento 2.5 – 3.5T/Ha.
T3	<b>Blanca de Junín</b> , Adaptado a sierra media entre los 2700 a 3900 msnm. Rendimiento 3.5T/Ha.
T0	<b>Quinoa amarga</b> , variedad local procedente de la localidad de Huacrachuco – Marañón - Huánuco.

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

Es experimental, en su forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), constituido por 4 repeticiones, 4 tratamientos que hacen un total de 16 unidades experimentales.

Siendo el modelo matemático aditivo lineal:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Unidad experimental que recibe el tratamiento  $i$ , y está en el bloque  $j$ .

$i$  = 1, 2, 3...10. Tratamientos/bloque.

$j$  = 1, 2, 3, 4 Repeticiones/experimento.

$e$  = Observación/experimento.

$u$  = Efecto de media general.

$T_i$  = Efecto del ( $i$  – ésimo) tratamiento.

$B_j$  = Efecto del ( $j$  – ésimo) bloque

$E_{ij}$  = Error experimental de las observaciones ( $Y_{ij}$ ).

**Esquema del análisis estadístico:**

Para la prueba de hipótesis se usó la técnica estadística de Análisis de Variancia (ANDEVA) y para la comparación de los promedios en los tratamientos se usó la Prueba de Significación de DUNCAN al nivel del 1 y 5 % de nivel de significancia.

FUENTE DE VARIABILIDAD (F. V)		GRADOS DE LIBERTAD (gl)
Bloques o repeticiones	( $r-1$ )	3
Tratamientos	( $t-1$ )	3
Error Experimental	( $r-1$ ) ( $t-1$ )	9
TOTAL	( $r \cdot t - 1$ )	15

## Características del campo experimental

### a) campo experimental

Longitud del campo experimental	:	14 m
Ancho del campo experimental	:	13 m
Área total del campo experimental (13 x 14)	:	182 m <sup>2</sup>

### b) Características de los bloques

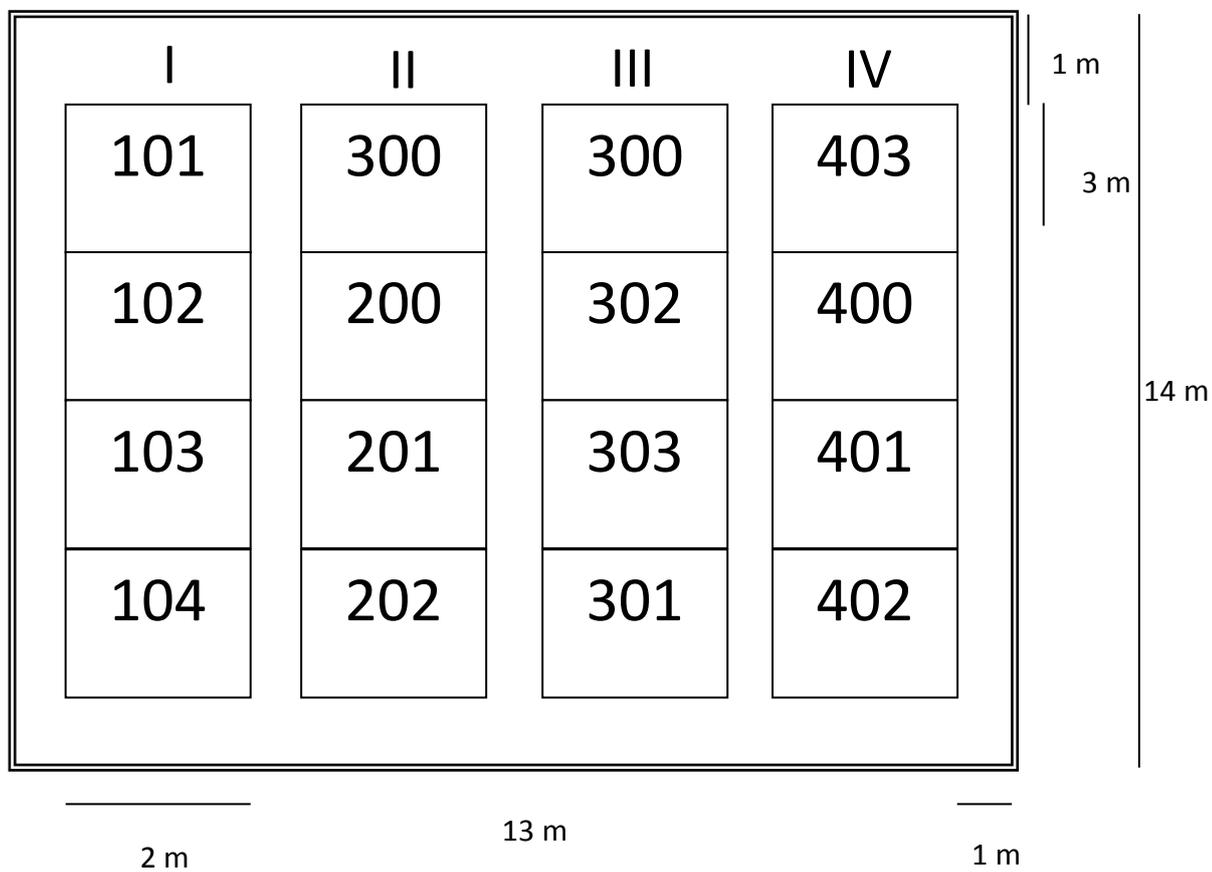
Número de bloques	:	4
Tratamiento por bloque	:	4
Longitud del bloque	:	12 m
Ancho del bloque	:	2 m
Área total del bloque	:	24 m <sup>2</sup>
Ancho de las calles	:	1 m

### c) Características de la parcela experimental

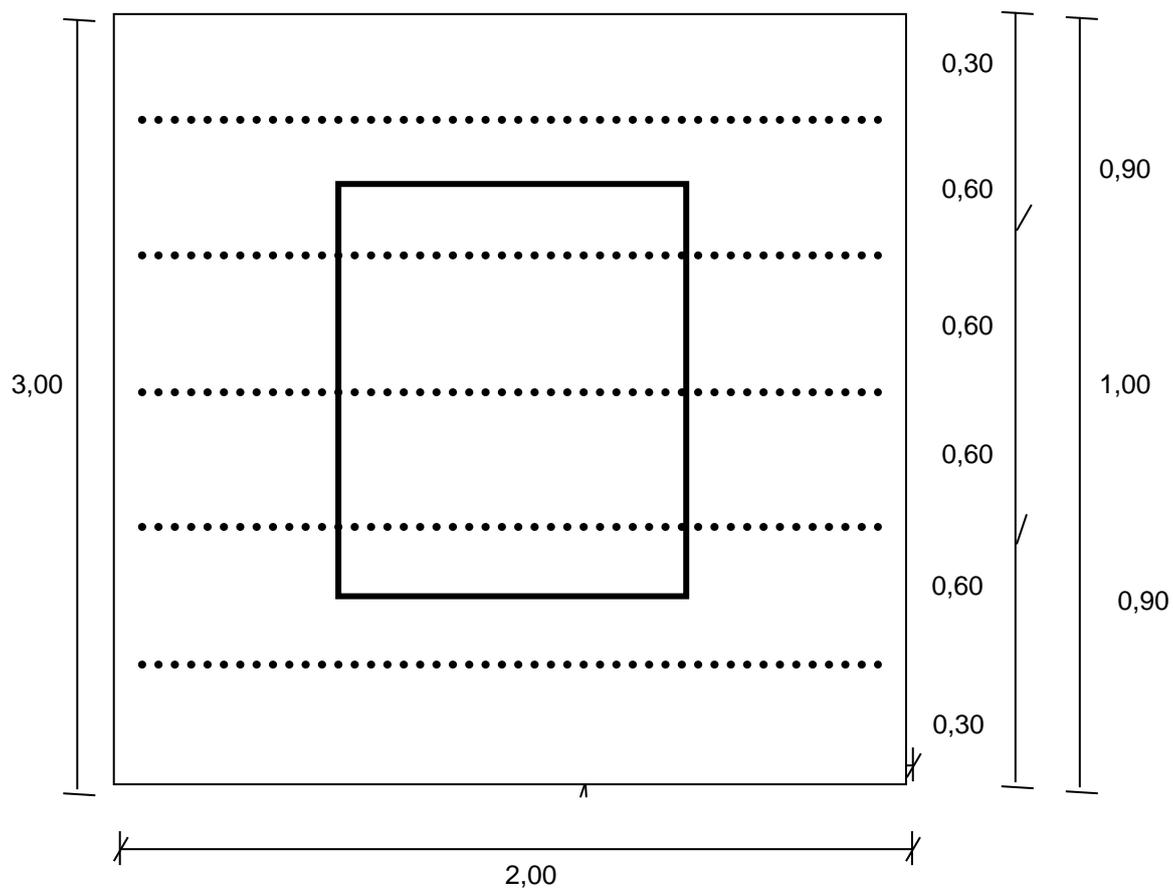
Longitud de la parcela	:	3 m
Ancho de la parcela	:	2 m
Área total de la parcela	:	6 m <sup>2</sup>
Área neta de la parcela	:	1,80 m <sup>2</sup>
Total de plantas por parcela	:	100

### d) Características de los surcos

Longitud de surcos por parcela	:	2,0 m
Distanciamiento entre surcos	:	0,60 m
Cantidad de plantas por metro	:	10
Nº de semillas por metro	:	10
Nº de plantas/área neta experimental	:	30



**Fig 01. Croquis de campo experimental**



**Figura 02:** Croquis de la parcela experimental

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5.2. Datos registrados**

#### **Fenología**

##### **a) Días a la emergencia**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas del área neta han emergido, presentando éstas las hojas cotiledonares; los datos obtenidos se sumaron y se obtuvo el promedio expresado en número de días por tratamiento.

##### **b) Días a la floración**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas del área neta iniciaron la floración; los datos obtenidos se sumaron y se obtuvo el promedio expresado en número de días por tratamiento.

##### **c) Días a la fructificación**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas del área neta inicien la fructificación; los datos obtenidos se sumaron y se obtuvo el promedio expresado en número de días por tratamiento.

##### **d) Días a la cosecha**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas del área neta alcanzaron la madurez con el 12 % de humedad; los datos obtenidos se sumaron y se obtuvo el promedio expresado en número de días por tratamiento.

#### **Rendimiento**

##### **a) Número de ramilletes por planta**

Se registraron al momento de la cosecha; consistió en contar los ramilletes de 20 plantas tomadas al azar ubicadas dentro del área neta

experimental. Los resultados se sumaron y se obtuvo el promedio de ramilletes por planta, expresados en unidades.

**b) Longitud de panojas por planta**

Se registró al momento de la cosecha; consistió en medir los ramilletes de 20 plantas tomadas al azar del área neta experimental. Los resultados se sumaron y se obtuvo el promedio de la longitud de ramilletes por planta, expresados en centímetros (cm).

**c) Rendimiento por hectárea**

Del peso de los granos obtenidos por área neta experimental se transformó a hectárea (10 000 m<sup>2</sup>) y los resultados se expresaron en kilogramos.

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos para recabar la información**

#### **3.5.3.1. Técnicas de investigación documental**

##### **Fichaje**

Permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenados sistemáticamente sirvieron de valiosa fuente para formular el marco teórico.

##### **Análisis de contenido**

Sirvió para estudiar y analizar de manera objetiva y sistemática del documento leído y sirvió para hacer inferencias válidas y confiables de datos a su contexto: libros.

##### **Observación**

Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente y para registrar los datos sobre las variables de comportamiento.

### **3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información**

**Fichas de localización:** Fichas bibliográficas, fichas hemerográficas

**Fichas de Documentación e Investigación:** Ficha textual, de resumen y de comentario.

#### **Instrumentos de campo.**

Libreta de campo.

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, mediante los programas de Microsoft Office Word, Excel, PowerPoint y AutoCAD de acuerdo al diseño de investigación propuesto.

La presentación de los resultados fue en cuadros estadísticos, tablas y figuras utilizando los programas Microsoft Office Word y Excel.

#### **Laboratorio de suelos y Estación Meteorológica**

Se registró el resultado del análisis del suelo del campo experimental y las condiciones del clima durante los meses que duro el experimento.

## **3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **3.6.1. Labores Agronómicas**

#### **Elección del terreno y toma de muestras**

El terreno fue con una pendiente moderada para evitar efectos negativos en la conducción del cultivo. Así mismo, se tomó la muestra del suelo para su respectivo análisis de fertilidad, aplicando el método del zig-sag, a fin de obtener una muestra representativa de toda el área experimental. El procedimiento para tal fin consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 50 x 50 cm luego con la ayuda de una pala recta se abrió un hoyo en forma cuadrada a la profundidad de 30 cm y con la lampa se extrajo una tajada de 4 cm. de espesor; luego se depositó en un recipiente desechando los bordes laterales y se mezclaron las sub-muestras en un recipiente, obteniendo de ello una muestra representativa de 1 kg que fue llevada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis físico y químico respectivo.

### **Riego de machaco**

Esta práctica se realizó mediante la inundación total del terreno, con dos propósitos fundamentales:

Crear un ambiente inadecuado para las larvas y huevos de los insectos plaga.

Incorporar agua al terreno a fin de obtener una humedad adecuada que permita realizar la roturación del terreno y la eliminación de las malezas.

### **Preparación del terreno**

Una vez verificado la humedad adecuada del terreno, se realizó la preparación del terreno con tracción animal (yuntas) con el objetivo de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, germinación, emergencia y un adecuado desarrollo de las plántulas, el mismo que permitirá una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes.

### **Nivelación del terreno**

Luego se niveló el suelo con un tablón para llenar los huecos que hayan quedado en el terreno y evitar problemas de encharcamiento, lo que ayuda a mejorar la distribución y el aprovechamiento del agua de riego y contribuye a una mejor distribución de la semilla y el fertilizante.

### **Surcado del terreno**

El surcado se realizó mediante el uso manual de lampas, con las dimensiones de 0,60 m entre surcos y 0,10 m entre plantas.

### **3.6.2. Labores Culturales**

#### **Selección de semilla**

Las semillas de quinua, fueron adquiridas de la estación experimental –INIA Puno. Este material genético cuenta con la certificación respectiva de pureza varietal y potencial genético; por lo que no fue necesario el tratamiento previo contra las plagas y enfermedades de la semilla.

#### **Época de siembra**

La siembra estuvo condicionada a las condiciones ambientales, tales como la temperatura y disponibilidad de agua, por lo que se sembró en el mes de mayo ya que se tiene una amplia disponibilidad de agua en la zona.

#### **Método de siembra**

El método fue a chorro continuo; la cual se realizó utilizando una lata de leche (NAN) que contuvo orificios pequeños exactos para la salida de la semilla, con una adecuada profundidad, con un distanciamiento entre surcos de 0,60 m y 0,10 m entre golpes.

#### **Abonamiento**

Se realizó aplicando abonos orgánicos obtenidos del estiércol de los animales al momento de la siembra de cada tratamiento.

#### **Riegos**

Se realizó riegos por gravedad de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta de manera oportuna.

#### **Desahijé o raleo**

Se realizó cuando las plantas tenían 10 - 20 cm. de altura, dejando unas 10 plantas/metro lineal. Se eliminó las plantas débiles o fuera de tipo.

### **Deshierbo**

Malezas entre las plantas de quinua en la hilera o surco se eliminaron manualmente al momento del raleo.

Malezas entre los surcos o hileras, que deben tener una separación de 0,60m se eliminaron con ayuda de una herramienta manual (picota). En los dos últimos casos se realizó removiendo la tierra entre los surcos, luego se realizó el aporque. Se dio énfasis en la eliminación de quinuas silvestres que desmejoran la calidad del producto.

El principal objetivo de esta labor fue eliminar a las malezas, así evitar la competencia entre la planta y las malezas por nutrientes, agua y luz.

### **Aporque**

Esta labor tuvo como objetivo, lograr que las plantas puedan tener un normal desarrollo y favorecer una adecuada humedad y aireación del terreno, así mismo, propiciar un buen sostenimiento del área foliar y prevenir ataques de plagas y enfermedades.

### **Control fitosanitario**

Se realizó en forma preventiva cuando se notó la presencia del ataque de plagas y enfermedades

### **Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual haciendo pequeños manojos a fin de no causar daños mecánicos al producto; Cuando los granos estuvieron semiduros o imposibilitan la penetración de la uña y el follaje amarillento en proceso de secado, se hizo el corte de las plantas temprano en el día. Luego formar parvas para favorecer el secado del grano.

### **Trilla**

Cuando los granos estuvieron secos se realizó la trilla manualmente, en lugares apropiados para evitar piedrecillas que desmejoran el producto.

### **Venteo y limpieza**

Se ubicó un lugar seco y venteado para limpiar el grano de las envolturas florales y residuos del follaje con ayuda del viento.

### **Almacenamiento**

La quinua cosechada se colocó en sacos o envases adecuados, en un lugar ventilado (% HR < a 70 % y T° entre 8 °C), bajo techo y protegido del ataque de roedores. Los sacos se colocaron sobre tarimas en rumas de 8 a 10 sacos.

## IV. RESULTADOS

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con la técnica de Análisis de Varianza (ANDEVA) a los niveles de significación del 5 y 1 % ; a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (\*) y altamente significativo (\*\*).

Para la comparación de los promedios, se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación del 5 y 1 % donde los tratamientos representados con la misma letra indican que no existe diferencias estadística significativa, mientras los tratamientos representados con diferentes letras (ab) indican diferencia estadística significativa.

#### 4.1. FASES FENOLÓGICAS

Los promedios obtenidos de días a la emergencia, floración, fructificación, cosecha se detallan en el cuadro N° 01 y a continuación el análisis respectivo.

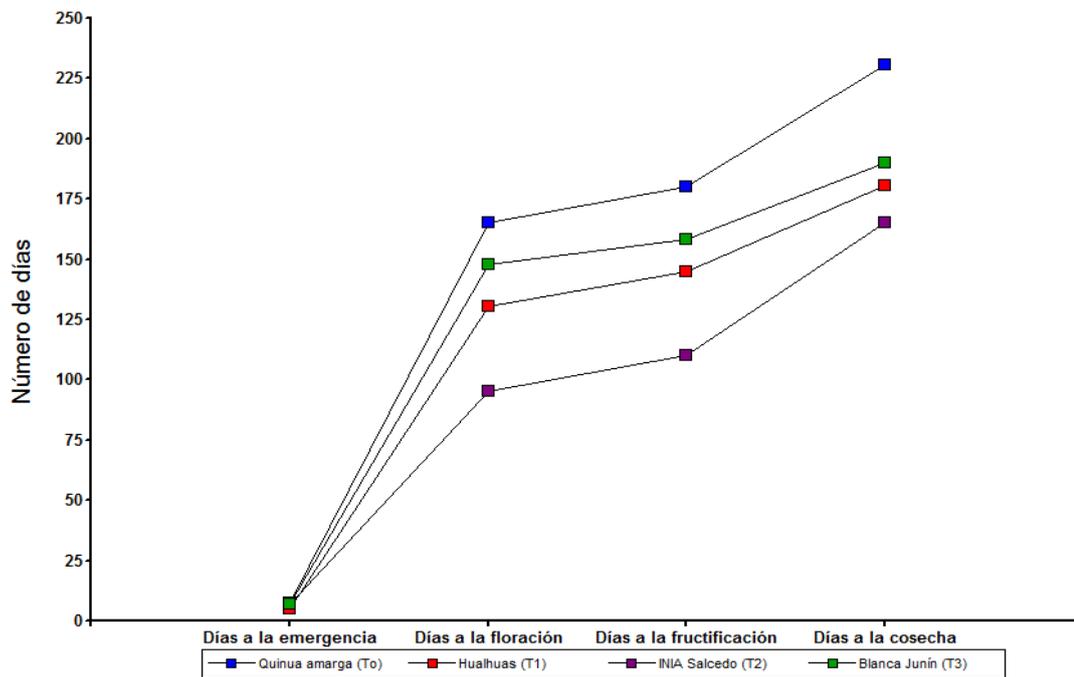
**Cuadro N° 01:** ANDEVA para las variables fenológicas

Fuentes de Variación	p-valor	c.v (%)
Días a la emergencia	0.013 **	4.85
Días a la floración.	<0.01**	0.28
Días a la fructificación	<0.01**	0.01
Días a la cosecha	<0.01**	0.20

**Cuadro N° 02:** Fases fenológicas, expresado en días

TRATAMIENTOS	FASES FENOLÓGICAS			
	Días a la emergencia	Días a la floración	Días a la fructificación	Días a la cosecha
Quinua amarga (T <sub>0</sub> )	7 a	165 a	180 a	230 a
Hualhuas (T <sub>1</sub> )	5 b	130 c	145 c	180 c
INIA Salcedo (T <sub>2</sub> )	7 a	95 d	110 d	165 d
Blanca Junín (T <sub>3</sub> )	7 a	148 b	158 b	190 b
Promedio	<b>6,5</b>	<b>134.5</b>	<b>148.25</b>	<b>191.25</b>

Los tratamientos tuvieron diferencias, observándose que la emergencia ocurrió entre los 5 a 7 días después de la siembra, respecto a días a la floración, fructificación y días a la cosecha el testigo fue el más tardío con 165, 180 y 230 días respectivamente y el más precoz el tratamiento T2 con 95, 110 y 165 días después de la siembra, la representación gráfica donde se expresa la evolución de las fases fenológicas se presenta a continuación.



**Figura 01.** Días transcurridos desde la siembra a la cosecha.

## 4.2. NÚMERO DE RAMILLETES

Los resultados se indican en el anexo 01 y a continuación el Análisis de Varianza y la Prueba de significación de Duncan

**Cuadro N° 03** Análisis de Varianza para número de ramilletes por planta

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	p-valor	
					5%	1%
Bloques	3	1.98	0.66	2.76 <sup>n.s.</sup>	0.10	0.10
Tratamientos	3	23.30	7.77	32.53 <sup>**</sup>	<0.01	<0.01
Error exp.	9	2.15	0.24			
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>27.42</b>				

$$CV = 18.75\%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,49 \text{ panojas}$$

El Análisis de varianza indica no significativo para bloques y alta significación para tratamientos lo que indica que alguno de los tratamientos difiere de los demás. El Coeficiente de variabilidad es 18.75 % y la Desviación Estándar de  $S\bar{x} = \pm 0,49$  panojas

**Cuadro N° 04.** Prueba de Significación de Duncan para número de ramilletes por planta

O.M	TRATAMIENTOS (Variedades)	PROMEDIOS (und)	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
			5%	1%
1	T3: Blanca de Junín	4.40	a	a
2	T1: Hualhuas	2.99	b	b
3	T2: INIA Salcedo	1.74	c	c
4	T0: Quinoa amarga	1.30	c	c

La Prueba de significación de Duncan confirma los resultados del ANDEVA, donde el tratamiento Blanca de Junín estadísticamente supera los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor número de ramilletes lo obtuvo el tratamiento Blanca de Junín con 4,40 unidades y el menor el tratamiento Quinoa amarga con 1,30 unidades.

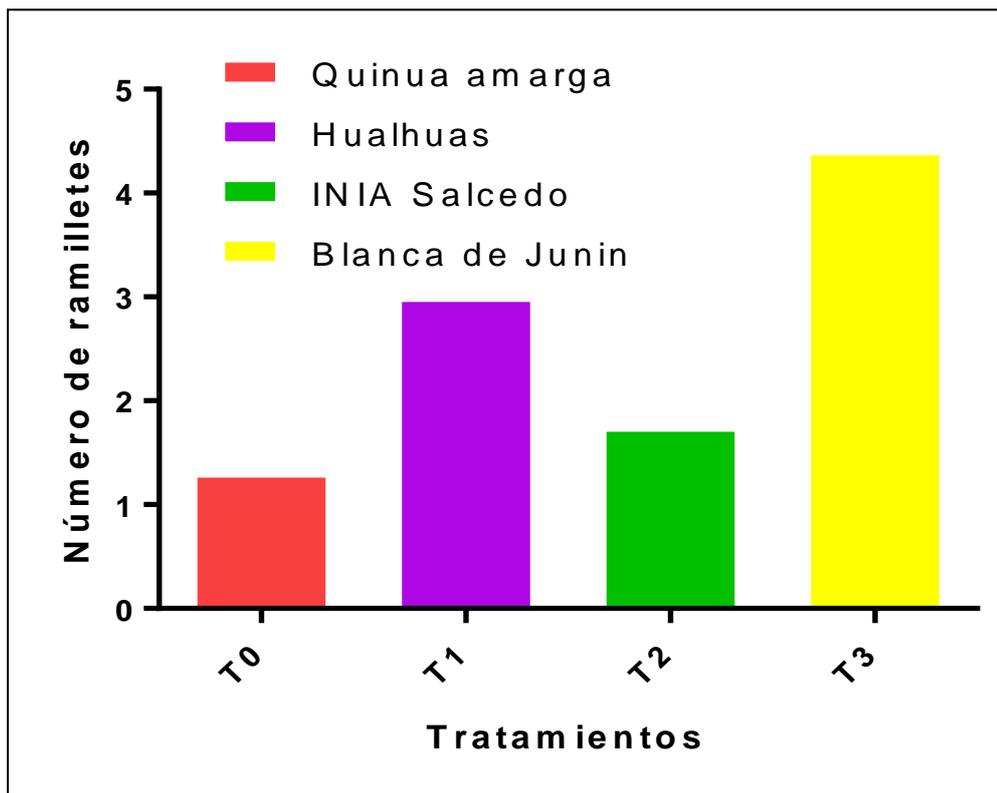


Fig 02. Número de ramilletes

### 4.3. LONGITUD DE PANOJAS

Los resultados se indican en el anexo 02 y a continuación el Análisis de Varianza y la Prueba de significación de Duncan

**Cuadro N° 05** Análisis de Varianza para longitud de panojas

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	
					5%	1%
Bloques	3	29.34	9.78	0.57 <sup>n.s.</sup>	3.63	6.42
Tratamientos	3	1123.82	374.61	21.77 **	3.63	6.42
Error exp.	9	154.90	17.21			
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>1308.05</b>				

$$CV = 9,96 \%$$

$$S\bar{x} = \pm 2,07 \text{ cm}$$

El Análisis de varianza indica no significativo para bloques y alta significación para tratamientos lo que indica que alguno de los tratamientos difiere de los demás. El Coeficiente de variabilidad es 9,96 % y la Desviación Estándar de  $S\bar{x} = \pm 2,07$  longitud de panojas

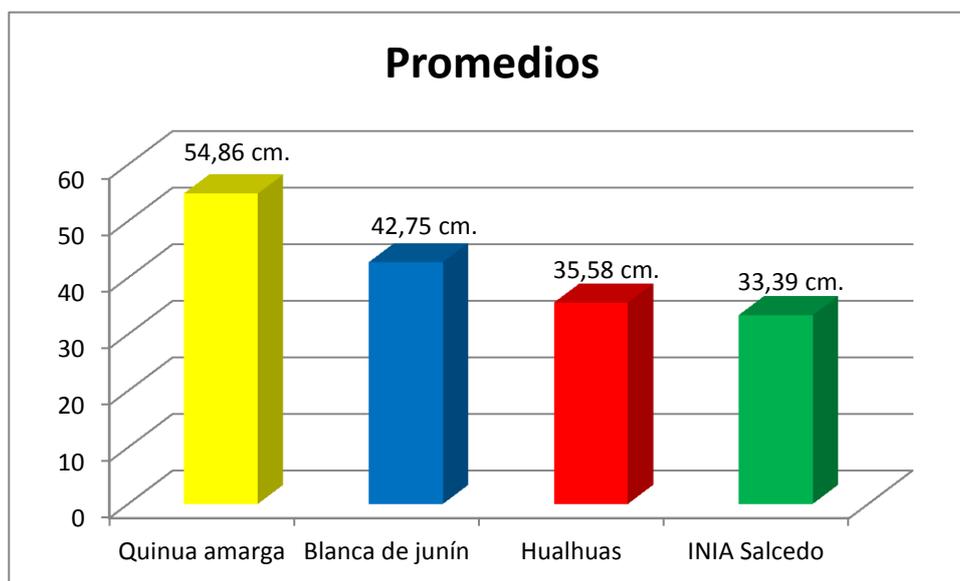
**CUADRO N° 06.** Prueba de significación de Duncan para longitud de panojas

O.M	TRATAMIENTOS (Variedades)	PROMEDIOS (cm.)	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
			5%	1%
1	T0: Criolla	54.86	a	a
2	T3: Blanca de Junín	42.75	b	a
3	T1: Hualhuas	35.58	c	a
4	T2: INIA Salcedo	33.39	c	b

$$\bar{X} = 41,04 \text{ cm}$$

La Prueba de significación de Duncan confirma los resultados del ANDEVA, donde el tratamiento testigo quinua amarga al nivel de significación del 5 % difiere de los demás tratamientos. Al nivel del 1 % los tratamientos quinua amarga, blanca de Junín y hualhuas estadísticamente son iguales y superan al tratamiento INIA Salcedo.

La mayor longitud se obtuvo con el tratamiento quinua amarga con 54,86 cm y la menor con el tratamiento INIA Salcedo con 33,39 cm.



**Fig 03.** Longitud de panojas

### 4.3. PESO DE GRANOS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

Los resultados se indican en el anexo 03 y a continuación el Análisis de Varianza y la Prueba de significación de Duncan

**Cuadro 07.** Análisis de varianza para peso de granos por área neta experimental

F.V	G.L	S.C	C.M	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	
					5%	1%
Bloques	3	0.004	0.001	0.101 <sup>n.s.</sup>	3.63	6.42
Tratamientos	3	0.546	0.182	12.711 <sup>**</sup>	3.63	6.42
Error exp.	9	0.129	0.014			
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>0.679</b>				

$$CV = 19,57 \%$$

$$S\bar{x} = \pm 0,06 \text{ g}$$

El Análisis de varianza indica no significativo para bloques y alta significación para tratamientos lo que indica que alguno de los tratamientos difiere de los demás. El Coeficiente de variabilidad es 19,57 % y la Desviación Estándar de  $S\bar{x} = \pm 0,60 \text{ g}$ .

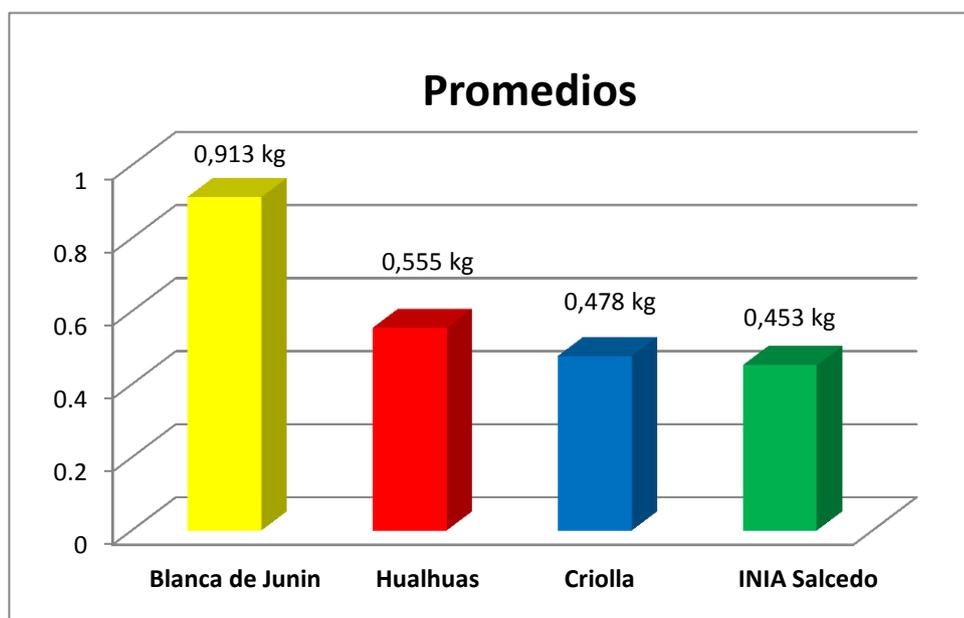
**CUADRO 08.** Prueba de significación de Duncan para peso de granos por área neta experimental.

O.M	TRATAMIENTOS (Variedades)	PROMEDIOS (g.)	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
			5%	1%
1	T3: Blanca de Junín	0.913	a	a
2	T1: Hualhuas	0.555	b	b
3	T0: Criolla	0.478	b	b
4	T2: INIA Salcedo	0.453	b	b

$$\bar{X} = 0,60 \text{ g}$$

La Prueba de significación de Duncan confirma los resultados del ANDEVA, donde el tratamiento Blanca de Junín difiere de los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor peso de granos se obtuvo con el tratamiento Blanca de Junín con 0,913 g y el menor peso con el tratamiento INIA Salcedo con 0,453 g.

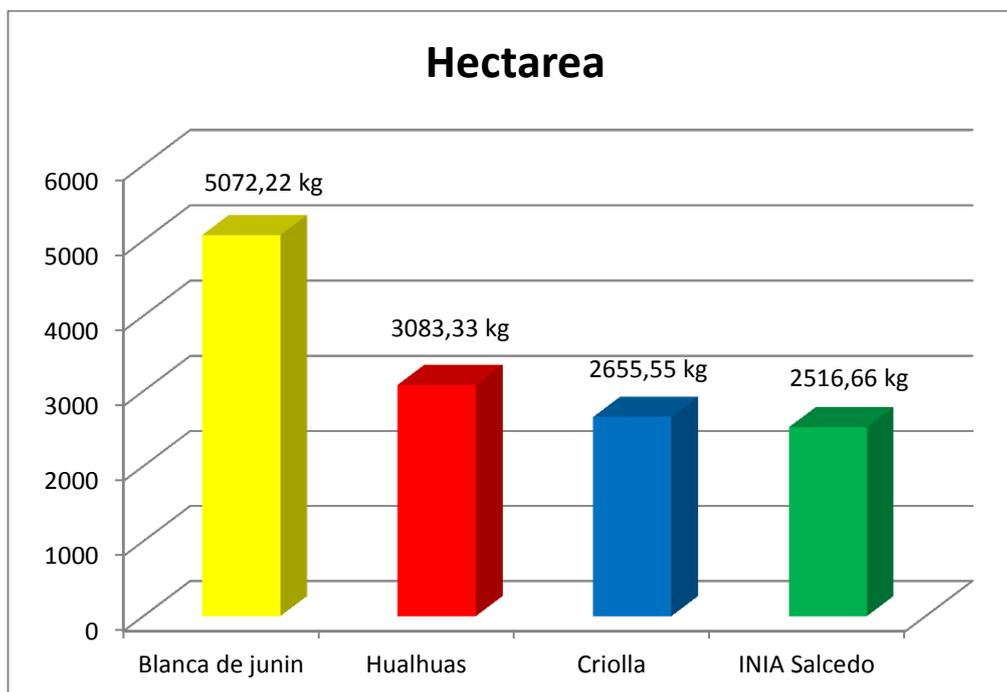


**Fig. 04.** Peso por área neta experimental

**CUADRO 09.** Rendimiento por hectárea de quinua

O.M	TRATAMIENTOS (Variedades)	RENDIMIENTO	
		ANE (kg/1.80 m <sup>2</sup> )	HECTAREA Kg/10000m <sup>2</sup>
1	T3: Blanca de Junín	0.913	5 072.22
2	T1: Hualhuas	0.555	3 083.33
3	T0: Criolla	0.478	2 655.55
4	T2: INIA Salcedo	0.453	2 516.66

$$\bar{X} = 3331.94 \text{ kg}$$

**Fig. 05.** Rendimiento estimado a hectárea

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. FASES FENOLÓGICAS

Los tratamientos tuvieron diferencias, en las fases fenológicas donde el tratamiento quinua amarga respecto a días a la emergencia, floración, fructificación y días a la cosecha el testigo fue el más tardío con 7, 165, 180 y 230 días respectivamente y el más precoz el tratamiento INIA Salcedo con 7, 95, 110 y 165 días después de la siembra.

Al respecto el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2005) para la siembra es necesario destacar dos aspectos fundamentales, la época y el Método de siembra; la época de siembra está en función de las condiciones climáticas (precipitación y temperatura) que varía de zona a zona, y de las características de la variedad (precozes, semiprecozes y tardías), que presentan las fases vegetativa y reproductiva, es muy importante tener en cuenta el tiempo que dura la fase vegetativa, porque es el período en que las plantas forman sus órganos como son raíces, tallos, hojas, botón floral, por lo tanto necesita de nutrientes, agua, luz, labores culturales apropiadas y control fitosanitario, y determina la productividad, por regla general, cuanto más tiempo dura la fase vegetativa se obtendrá mayor producción y semilla de mejor calidad; por eso las variedades tardías siempre tienen mejores rendimientos; la fase reproductiva es irreversible por que la semilla ya está formada esperando solo la maduración.

Así mismo el INIA (2013) menciona que el ciclo vegetativo de quinua para las variedades Blanca de Junín, INIA Salcedo y Hualhuas es de 160 a 180 días; 150 días y 150 a 160 días respectivamente.

## **5.2. NÚMERO DE RAMIFICACIONES POR PLANTA**

Los resultados indican que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con rangos entre 4.40 ( $T_3$ ) y 1.30 ( $T_0$ ) de ramificaciones por planta, coincidiendo con Hosney (1991) quien manifiesta que varía según la zona de producción y las técnicas empleadas para la siembra. En el altiplano boliviano la siembra se realiza empleando la densidad de 7 y 8 kg/ha, en cambio en el altiplano peruano la densidad es de 4 a 6 kg/ha. En condiciones de valle y suelos fértiles, la densidad puede ser mucho más alta.

Asimismo Ferraris (2007) menciona que los diferentes cultivos de cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de granos por planta originado por cambios en la capacidad de ramificación lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta.

## **5.3. LONGITUD DE PANOJA**

Los resultados indican rangos entre tratamientos de 54,86 ( $T_0$ ) a 33,39 ( $T_2$ ) en longitud de panoja existiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos. Al respecto el INIA (2013) menciona que las longitudes de panojas para las variedades Blanca de Junín, INIA Salcedo y Hualhuas son de 33,40 a 48,50 cm; 34 a 40cm; y 43,60cm respectivamente.

Othon (1996) menciona que las etapas fenológicas definen los diferentes estados de desarrollo del ciclo biológico de la planta.

## **5.1. PESO DE GRANOS POR AREA NETA EXPERIMENTAL**

Los resultados indican rangos entre los tratamientos de 0,913 kilos ( $T_3$ ) a 0,453 kilos ( $T_2$ ) existiendo diferencia estadística entre tratamientos. Al respecto Repo Carrasco (1992) en investigación sobre la distancia y profundidad de siembra en la localidad de Colchane (altiplano), encontró que

los rendimientos en promedio alcanzaron a 583 kg/ha y Othon (1996), por su parte señala que en el altiplano chileno, los rendimientos fluctúan entre 140 a 550 kg/ha para el seco y entre 290 a 960 kg/ha bajo riego.

## **5.2. PESO DE GRANOS POR HECTÁREA**

Los resultados de rendimiento por hectárea son de 5 072,22 a 2 516,66 kg con los tratamientos Blanca de Junín y INIA Salcedo respectivamente difiriendo estadísticamente entre ellos

El rendimiento obtenido supera el promedio de la producción nacional que según el MINAGRI (2015) menciona que en 2013 el rendimiento promedio pico fue de 3,8 toneladas por hectárea, siendo Arequipa la región representativa con una productividad por encima del promedio de la costa con 4,3 toneladas por hectárea (aunque algunas zonas arequipeñas han logrado producir hasta 7 toneladas por hectárea) mientras que en Lima, La Libertad y Lambayeque han fluctuado alrededor de 3,4 toneladas por hectárea, en tanto que las demás zonas productoras de la costa han mantenido un menor rendimiento.

En 2014 el rendimiento promedio de la costa ha sido de 3,5 toneladas por hectárea, Arequipa se ha mantenido en 4,17 toneladas por hectárea y las demás regiones productoras han reducido su rendimiento a un rango entre 2,1 y 2,8 toneladas por hectárea, ante una ampliación de sus áreas de cultivo.

## CONCLUSIONES

1. Existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en las fases fenológicas.
2. Existen diferencias significativas en número de ramilletes por planta donde el tratamiento T3 (DS: 0,10 m entre plantas) obtuvo un promedio de 4.40 ramificaciones por planta.
3. Existen diferencias significativas en la longitud de panoja donde el mayor tamaño fue 54,86 cm y el menor fue de 33,39 cm.
4. El mayor peso de granos por área neta experimental fue de 0,913 kilos y estimado a hectárea 5 072,22 kilos.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios similares sobre la densidad de siembra de quinua, en diferentes localidades para determinar con mayor precisión la fenología y rendimientos del cultivo.
2. Implementar programas de introducción de variedades mejoradas de quinua con el objetivo de incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de vida de los pobladores de esta región.
3. Estimar el costo económico y su efecto en la rentabilidad económica del cultivo de quinua.

## LITERATURA CITADA

- Instituto Nacional de Innovación Agraria (2005). *Cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en la región Cusco*. Boletín informativo. Cusco: Ministerio de Agricultura.
- Mujica, A. 2005. *Cultivo de quinua*. Manual No 11. Lima: IMAITA.
- Mujica, A. y Jacobsen, S. E. 1999. *Resúmenes de Investigaciones en quinua (Chenopodium quinoa Willd) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962-1999*. Escuela de Posgrado. Puno.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2002. *Food energy - methods of analysis and conversion factors*. Report of Technical Workshop, Food and Nutrition Paper N° 77. Rome: FAO.
- Ortiz, R. y Zanabria, E. 1979. *Plagas. En: Quinua y Kañiwa cultivos andinos*. Bogota: IICA.
- Paredes, C. 1993. *Nutrición: Fundamentos bioquímicos fisiológicos y clínicos*. Lima: CONCYTEC.
- Pérez, A. M., Archondo, J., Pérez, C. M. y Medeiros, C. 1997. *Mezclas alimenticias con cultivos andinos*. La Paz: UMSA.
- Repo Carrasco, R. 1988. *Cultivos andinos: Importancia nutricional y posibilidades de procesamiento*. Cusco: Bartolomé de las Casas. Cusco, Perú.

Repo Carrasco, R. 1992. *Cultivos Andinos y la Alimentación Infantil*. Serie Investigaciones No 1. Lima: Comisión de Coordinación de Tecnología Andina.

Repo Carrasco, R. 1995. *Introducción a la ciencia y tecnología de cereales y granos andinos*. Lima: Agraria.

Ruales, J. y Nair, B. M. 1994. *Factores antinutricionales en semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willd): Saponinas, ácido fítico, taninos e inhibidores de proteasa*. En: Resúmenes de trabajos presentados al VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Universidad Austral de Chile. Valdivia.

Tapia, M. 1990. *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la Alimentación*. Santiago: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Representación de la FAO en el Perú; Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) *2013 Catálogo de variedades comerciales de quinua en El Perú*.

MINAGRI. 2015. *Quinua Peruana Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015: Estudio Técnico N°1-2015* Dirección General de Políticas Agraria - Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria

# ANEXOS

Cuadro N° 01.NUMERO DE RAMILLETES

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T0 (Variedad local)	1.3	1	1	1.9	1.30	18.00
T1 (Hualhuas)	2.5	3.65	2.8	3	2.99	18.00
T2 (INIA Salcedo)	1.35	2	1.6	2	1.74	6.95
T3 (Blanca de Junín)	4.5	4.25	3.3	5.55	4.40	17.35
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.41</b>	<b>2.73</b>	<b>2.18</b>	<b>3.11</b>	<b>2.61</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>9.65</b>	<b>10.90</b>	<b>8.70</b>	<b>12.45</b>		<b>41.70</b>

CUADRO N° 02. LONGITUD DE PANOJA

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T0 (Variedad local)	46.85	55.85	54.00	62.75	54.86	219.45
T1 (Hualhuas)	40.05	34.30	32.50	35.45	35.58	142.30
T2 (INIA Salcedo)	29.95	33.55	35.90	34.15	33.39	133.55
T3 (Blanca de Junín)	43.90	40.65	43.40	43.05	42.75	171.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>40.19</b>	<b>41.09</b>	<b>41.45</b>	<b>43.85</b>	<b>41.64</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>160.75</b>	<b>164.35</b>	<b>165.80</b>	<b>175.40</b>		<b>666.30</b>

CUADRO N° 03.PESO DE GRANO POR ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T0 (Variedad local)	0.45	0.50	0.41	0.55	0.48	1.91
T1 (Hualhuas)	0.57	0.71	0.41	0.53	0.55	2.22
T2 (INIA Salcedo)	0.42	0.52	0.43	0.44	0.45	1.80
T3 (Blanca de Junín)	1.02	0.71	1.04	0.88	0.91	3.63
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.61</b>	<b>0.61</b>	<b>0.57</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>2.46</b>	<b>2.43</b>	<b>2.28</b>	<b>2.39</b>		<b>9.55</b>