



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

T E S I S

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOCE VARIEDADES DE
QUINUA (*Chenopodium Quinoa* Wild), EN CONDICIONES
DEL VALLE DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL
NIETO, REGIÓN MOQUEGUA**

**PRESENTADA POR
BACH. DAVID RAMOS RAMOS**

**ASESOR
ING. LUCY SHEYNA FLORES CORE**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

MOQUEGUA – PERÚ

2019

CONTENIDO

	Pág.
Página de jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Contenido	iv
CONTENIDO DE TABLAS	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	xi
CONTENIDO DE APÉNDICES	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Descripción de la realidad del problema	1
1.2	Definición del problema	2
1.2.1	Problema general.....	2
1.2.2	Problemas derivados o específicos.....	2
1.3	Objetivos de la investigación	2
1.3.1	Objetivo general.....	2
1.3.2	Objetivos específicos.	2
1.4	Justificación.....	3
1.5	Alcances y limitaciones	4
1.5.1	Alcances.....	4

1.5.2	Limitaciones.....	4
1.6	Variables.....	4
1.6.1	Identificación de variables.	4
1.6.2	Operacionalización de variables.	7
1.7	Hipótesis de la investigación.....	7
1.7.1	Hipótesis general.....	7
1.7.2	Hipótesis específicas.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.....	9
2.2	Marco teórico	11
2.2.1	Origen.....	11
2.2.3	Importancia.	12
2.2.4	Descripción botánica.....	12
2.2.5	Fenología de la quinua.	14
2.2.6	Requerimientos del cultivo.	16
2.2.7	Aspectos agronómicos del cultivo.	18
2.2.8	Rendimiento.....	20
2.2.9	Valor nutricional.	20
2.2.10	Plagas y enfermedades.	20
2.2.11	Saponinas.	21
2.2.12	Variedades.....	21
2.2.13	Variable interviniente.....	26

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1	Tipo de la investigación	28
3.2	Diseño de la investigación.....	28
3.2.1	Análisis de varianza y prueba de significación.	28
3.3	Área del experimento	29
3.3.1	Área total del experimento.....	29
3.3.2	Área neta.	29
3.3.3	Características del bloque.	30
3.3.4	Unidades experimentales.	30
3.3.5	Croquis del campo experimental.....	30
3.4	Población y muestra	31
3.5	Descripción de instrumentos para recolección de datos.....	31
3.5.1	Ubicación y área experimental.....	31
3.5.2	Metodología.	32
3.5.3	Variables evaluadas.....	34
3.5.4	Temperatura en campo experimental.	36

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Presentación de resultados.....	42
4.1.1	Emergencia de plantas (%).	42
4.1.2	Evaluación de días a la presencia de seis hojas (días).	44
4.1.3	Evaluación de días al panojamiento (días).....	46
4.1.4	Evaluación de días a la floración (días).	48
4.1.5	Evaluación de grano pastoso (días).....	49

4.1.6	Evaluación de madurez fisiológica en quinua (días).....	50
4.1.7	Altura de planta (cm).	50
4.1.8	Tamaño de panoja (cm).....	52
4.1.9	Periodo vegetativo (días).....	53
4.1.10	Rendimiento (kg/12 m ²).....	55
4.1.11	Contenido de proteína (%).	57
4.1.12	Costo de producción (S/)......	58
4.2	Contrastación de hipótesis.....	59
4.2.1	Hipótesis general.....	59
4.2.2	Hipótesis específicas.	59
4.3.1	Característica agronómica.....	60
4.3.2	Rendimiento.....	62
4.3.3	Contenido de proteína (%).	63
4.3.4	Costo de producción (S/)......	64

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	67
5.2	Recomendaciones.....	68
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
	APÉNDICES.....	76
	MATRIZ DE CONSISTENCIA	93

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Características de variedades de quinua.....	5
Tabla 2 Operacionalización de variables	7
Tabla 3 Contenido de macronutrientes de alimentos seleccionados por cada 100 g peso en seco	20
Tabla 4 Modelo de análisis de varianza para el diseño de bloques completamente aleatorios	29
Tabla 5 Análisis de suelo	32
Tabla 6 Temperatura máxima, mínima y humedad relativa.....	37
Tabla 7 Análisis de varianza de emergencia de plantas	42
Tabla 8 Prueba de Tukey al 0,05 % para emergencia de plantas	43
Tabla 9 Análisis de varianza de la presencia de seis hojas	44
Tabla 10 Prueba de Tukey al 0,05 % en evaluación de la presencia de seis hojas	45
Tabla 11 Análisis de varianza sobre evaluación de días al panojamiento	46
Tabla 12 Prueba de Tukey al 0,05 % sobre evaluación de días al panojamiento..	47
Tabla 13 Análisis de varianza de evaluación de días a la floración.....	48
Tabla 14 Prueba de Tukey al 0,05% en la evaluación de días a la floración	48
Tabla 15 Análisis Análisis de varianza de evaluación de madurez fisiológica en plantasde varianza de evaluación días en grano pastoso	49
Tabla 16 Análisis de varianza de evaluación de madurez fisiológica en plantas..	50
Tabla 17 Análisis de varianza de altura de planta (cm)	50
Tabla 18 Prueba de Tukey al 0,05 % en altura de planta (cm)	50
Tabla 19 Análisis de varianza de tamaño de panoja	52

Tabla 20 Prueba de Tukey al 0,05 % en tamaño de panoja	52
Tabla 21 Análisis de varianza de periodo vegetativo.....	53
Tabla 22 Prueba de Tukey al 0,05 % de periodo vegetativo.....	54
Tabla 23 Análisis de varianza de rendimiento de quinua en kg.....	55
Tabla 24 Prueba de Tukey al 0,05 % en rendimiento de quinua en kg.....	56
Tabla 25 Contenido de proteína en (%)	57
Tabla 26 Análisis de rentabilidad de quinua	58

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Croquis del campo de investigación	31
Figura 2. Evaluación de emergencia de planta de quinua (%).....	44
Figura 3. Evaluación de días en seis hojas	46
Figura 4. Evaluación de días al panojamiento	47
Figura 5. Evaluación de días a la floración	49
Figura 6. Evaluación altura de planta (cm)	52
Figura 7. Evaluación sobre tamaño de panoja	53
Figura 8. Días sobre periodo vegetativo	55
Figura 9. Rendimiento del cultivo de quinua en kg.	57
Figura 10. Contenido de proteína en variedades de quinua	58

CONTENIDO DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A. Tablas de contenido	76
Apéndice B. Panel fotográfico	79
Apéndice C. Análisis de laboratorio.....	90
Tabla A1. Costos de producción de quinua.....	76
Tabla A2. Emergencia de plantas de quinua.....	77
Tabla A3. Evaluación de días a las seis hojas de quinua.....	77
Tabla A4. Días al panojamiento de quinua.....	77
Tabla A5. Días a la floración.....	77
Tabla A6. Días al grano pastoso de quinua.....	77
Tabla A7. Días a la madurez fisiológica de quinua.....	78
Tabla A8. Altura de planta de quinua (cm).....	78
Tabla A9. Tamaño de panoja de quinua.....	78
Tabla A10. Periodo vegetativo en días de quinua.....	78
Tabla A11. Rendimiento de quinua en 12 m ²	78
Fotografía B1. Preparación de terreno.....	79
Fotografía B2. Surqueo para la siembra de quinua.....	79
Fotografía B3. Instalación de riego presurizado en campo.....	80
Fotografía B4. Instalación de cintas de riego.....	80
Fotografía B5. Codificación de botellas para la siembra de quinua.....	81
Fotografía B6. Campo experimental codificado con sus tratamientos.....	81
Fotografía B7. Germinación de plantas de quinua.....	82
Fotografía B8. Germinación de plantas de quinuas en los diferentes	

tratamientos.....	82
Fotografía B9. Vista de planta de la germinación de planta de los tres bloques....	83
Fotografía B10.Evaluación de germinación en tratamientos de quinua.....	83
Fotografía B11.Evaluacion de altura de planta en seis hojas.....	84
Fotografía B12. Altura de planta a en el periodo de seis hojas.....	84
Fotografía B13. Evaluación en el periodo vegetativo de panojamiento en los diferentes tratamientos.....	85
Fotografía B14. Polinización melífera en plantas de quinua.....	85
Fotografía B15. Vista de asesora a campo de cultivo de quinua.....	86
Fotografía B16. Recorrido de campo por asesora de tesis.....	86
Fotografía B17. Cosecha de quinua para su posterior trillado.....	87
Fotografía B18. Codificación de tratamientos antes del trillado.....	87
Fotografía B19. Clasificación de impurezas de los granos de quinua.....	88
Fotografía B20. Venteado de los granos de quinua.....	88
Fotografía B21. Granos de quinua codificados para su pesado y determinación de proteína.....	89

RESUMEN

El trabajo de tesis “Evaluación del rendimiento de doce variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones del valle de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua” se llevó a cabo en la irrigación de San Antonio, de abril a setiembre del 2017, siendo los objetivos de evaluar el rendimiento, determinar el mayor contenido de proteína, evaluar la altura de planta, tamaño de panoja, días a la cosecha y analizar los costos de producción en las variedades de quinua en condiciones del valle de Moquegua. Se empleó el diseño experimental de DBCA diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones y 12 tratamientos con 36 unidades experimentales. El análisis estadístico fue análisis de varianza (ANVA) con un probabilidad F de 0,05 y 0,01 %, se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de confianza; de los cuales el mayor rendimiento lo obtuvo la variedad INIA 515 con 1,375 kg/ha, la variedad Choclito, Pandela Rosada, Ayrampo, Koito Negro, Chullpi, INIA 515, INIA 431 y Altiplano su periodo vegetativo fue de 130 días, las doce variedades de quinua empleadas se adaptan a las condiciones de Moquegua y el mejor costo de producción lo obtiene la variedad INIA 515.

Palabras clave: Quinua, rendimiento, altura de planta, contenido de proteína.

ABSTRACT

The thesis work "Evaluation of the performance of twelve varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in conditions of the valley of Moquegua, province Mariscal Nieto, Moquegua region" was carried out in the irrigation of San Antonio, from April to September 2017, being the objectives of evaluating the yield, determining the highest protein content, evaluating plant height, panicle size, days to harvest and analyzing the production costs in the quinoa varieties in conditions of the Moquegua valley. The experimental design of DBCA block design was used completely at random with three repetitions and 12 treatments with 36 experimental units. The statistical analysis was analysis of variance (ANVA) with a F probability of 0.05 and 0.01%, the Tukey test was used at 95% confidence; of which the highest yield was obtained by the INIA 515 variety with 1.375 kg/ha, the variety Choclito, Pandela rosada, Ayrampo, Black Koito, Chullpi, INIA 515, INIA 431 and Altiplano its vegetative period was 130 days, the twelve varieties of quinoa used are adapted to the conditions of Moquegua and the best production cost is obtained by the INIA 515 variety.

Keywords: Quinoa, yield, plant height, protein content.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de quinua es originario de la sierra del Perú y de Bolivia, siendo estas zonas su habitat desde el tiempo de los incas, pero a medida que han pasado los años las poblaciones en los departamentos del Perú han ido creciendo por lo tanto la tecnología también, es así que en las últimas décadas la siembra de este cereal se está realizando a altitudes desde el nivel del mar hasta los 4 500 msnm (Mujica, 2013).

Los rendimientos en la zona de la costa se han obtenido hasta 6000 kilos por hectárea (Irrigación de Majes en Arequipa), con el uso de riego presurizado y uso de fertilizantes naturales y químicos, además que el precio de este cereal a aumentado y en algunas familias constituyen parte de su canasta familiar por su alto contenido en proteína, calcio y fosforo (Cárdenas, 1999).

Es por ello que se quiere realizar en la zona de Moquegua un ensayo para determinar el comportamiento de doce variedades colectadas se adapten a las condiciones de la irrigación de San Antonio – Moquegua, cuyos valores de evaluación se obtendrán y serán difundidos a los agricultores locales, nacionales y estudiantes que quieran investigar sobre el cultivo de la quinua.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad del problema

La quinua es originaria de la región andina, reconocimiento mundial por su valor proteico. En el Perú, la quinua es conocida como el grano nativo de los andes. Posee una gran capacidad de adaptación, tanto en altitud como en latitud, ubicándose en el territorio nacional de Tacna a Piura, y desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm (Mujica y Jacobsen, 2000).

La producción de quinua a nivel nacional es de 900 kg/ha pues actualmente en las 35 mil hectáreas que hay en el Perú se produce en promedio unos 1100 kg, los especialistas afirman que una de las maneras de mejorar es aumentando la producción por unidad de área (Ministerio de Agricultura [MINAG], 2013).

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2012) que realizó el IV Censo Nacional Agropecuario en la región Moquegua, se han cultivado 9,70 ha de la quinua, siendo con riego por gravedad 9,37 ha y al seco 0,33 ha, cultivándose en dos provincias con mayor frecuencia.

Marca (2015) menciona que la siembra en la provincia Mariscal Nieto es de 1,17 ha, distribuidos en el distrito de Torata 0,8 ha, en Carumas 0,33 ha, y en San Cristóbal con 0,04 ha. En la provincia General Sánchez 8,53 ha, distribuidos en el distrito de Ichuña 7,66 ha, con riego a gravedad y en seco 0,33 ha, en la Capilla 0,04 ha, y en Ubinas 0,50 ha, con rendimientos que no superan los 700 kg/ha.

1.2 Definición del problema

1.2.1 Problema general.

¿Cuál será el rendimiento de 12 variedades de quinua, en condiciones de valle de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua?

1.2.2 Problemas derivados o específicos.

¿Cuál de las 12 variedades de quinua tendrá un mejor comportamiento agronómico influirá en el rendimiento de doce variedades de Quinua en condiciones de valle de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua?

¿Cuál de las 12 variedades de quinua tendrá mayor contenido de proteínas?

¿Uno de las 12 variedades tendrá un costo de producción de quinua bajo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar el rendimiento de las doce variedades de quinua en condiciones del valle de Moquegua.

1.3.2 Objetivos específicos.

Determinar cuál de las 12 variedades de quinua tendrá una mejor característica agronómica (Emergencia, presencia seis hojas verdaderas, panojamiento, floración, grano pastoso, madurez fisiológica, altura de la planta y panoja.) en condiciones del valle de Moquegua.

Identificar las variedades de quinua de mayor contenido de proteína en el valle de Moquegua.

Analizar los costos de producción en las 12 variedades de quinua en condiciones del valle de Moquegua.

1.4 Justificación

La quinua es un alimento que ha sido ignorado por la gran mayoría de países, a pesar de ser cultivada desde hace más de 7000 años en el altiplano andino donde era utilizada como alimento básico para antiguas civilizaciones (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

El presente trabajo de investigación se realizó en la irrigación de San Antonio Moquegua, para pretender mejorar el nivel tecnológico e incentivar al crecimiento de mayor terreno con nuevas variedades de quinua, donde el 66,02 % de los agricultores cultivan alfalfa y el 30 % entre frutales y hortalizas, en la región Moquegua, así mismo cuenta con diferentes pisos altitudinales. La temperatura en la costa va a un promedio de 14 °C hasta 25 °C, las actividades agrícolas tradicionales en el valle de Moquegua, si bien ha conseguido un buen desarrollo, no son bastantes para mejorar las condiciones de vida de los agricultores y las de su entorno, es por ello que se busca nuevas y mejores opciones en aspecto económico, social y ambiental.

En el presente estudio el aspecto social abarca de primera mano a los productores que brindan esta labor. Alcanzando la mejor aptitud de la vida, al consolidar la productividad y rentabilidad de producción de quinua.

Desde el punto de vista ambiental se realizó sin usar ningún producto agropecuario se pretende proteger al medio ambiente de contaminación ambiental

y obteniendo el producto netamente orgánica y natural.

Aspecto económico el presente trabajo pretende brindar la mejor calidad de vida a los productores del valle irrigación de San Antonio de la región de Moquegua.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances.

Lo que se quiere en el estudio es resolver que variedad de quinua obtiene mayor rendimiento en la irrigación San Antonio, el tratamiento de doce variedades sembrados en nuevos terrenos, además que los resultados obtenidos serán difundidos a los agricultores de la zona con la finalidad de que tenga una opción para mejorar sus ingresos monetarios.

1.5.2 Limitaciones.

Las principales limitantes es no tener informes sobre el cultivo de la quinua en irrigación San Antonio, recién el cultivo se está introduciendo, a través de la actual investigación.

1.6 Variables

1.6.1 Identificación de variables.

1.6.1.1. Variable independiente (X).

Las doce variedades de quinua en estudio

- Altiplano
- INIA 431 Altiplano
- INIA 515
- Pasankalla
- Chullpi

- Koito negro
- Ayrampo
- Huariponcho
- Pandela rosada
- Choclito
- Blanca de Juli
- Marangani amarillo

a. Descripción de las variedades.

Tabla 1

Características de variedades de quinua

N°	Variedad	Altitud	Color grano	Tamaño grano	Sabor	Periodo vegetativo
1	Altiplano	1500-3 000	Plomo	Mediano	Semidulce	150 - 180
2	INIA 431 Altiplano	800-3 500	Blanca	Mediano	Dulce	150 - 160
3	INIA 515	800-3 800	Blanco	Mediano	Dulce	140 - 160
4	Pasankalla	500-3 500	Blanco	Mediano	Dulce	140 - 160
5	Chullpi	500-400	Cristalino	Mediano	Dulce	150 - 170
6	Koito negro	500-3 700	Rojo	Pequeño	Amarga	160 - 180
7	Ayrampo	500-4 000	Amarillo	Pequeño	Semidulce	110 - 130
8	Huariponcho	800-4 000	Rojo	Mediano	Semidulce	150 - 180
9	Pandela Rosada	800-3 500	Blanco	Grande	Dulce	150
10	Choclito	800-4 000	Blanco	Grande	Semidulce	160
11	Blanca de Juli	800-4 000	Blanco	Mediano	Semidulce	140 - 160
12	Amarillo Marangani	800-3 500	Amarillo	Grande	Semidulce	150 - 180

Fuente: Mujica, 2013

Se observa en la tabla 1 que las doce variedades de quinua de la adaptabilidad a la altitud es de 500 a 4000 msnm, en cuanto al color de grano va desde el blanco, rojo, amarillo, plomo y cristalino, el diámetro de grano desde el pequeño, mediano a grande, el sabor es de amarga semidulce a dulce y en cuanto al periodo vegetativo es variable que van desde los 110 a 180 días después de la siembra del cultivo de la

quinua (Mujica, 2013).

1.6.1.2. Variable Dependiente (Y).

Son los siguientes indicadores:

- Emergencia (%)
- Presencia seis hojas verdaderas (día)
- Panojamiento (días)
- Floración (días)
- Grano pastoso (días)
- Madurez fisiológica (días)
- Altura de la planta (cm)
- Altura de panoja (cm)
- Periodo vegetativo (días)
- Rendimiento (kg)
- Contenido de proteína (%)
- Costo de producción (S/)

1.6.1.3. Variables intervinientes.

- Humedad
- Temperatura

1.6.2 Operacionalización de variables.

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicador
Independiente	12 Variedades de quinua	Altiplano, INIA 431 Altiplano, INIA 515, Pasankalla, Chullpi, Koito negro, Ayrampo, Huariponcho, Pandela rosada, Choclito, Blanca de Juli y Marangani amarillo
	Emergencias	%
	Seis hojas verdaderas	Número
	Panojamiento	Días
	Floración	Días
	Grano pastoso	Días
Dependientes	Madurez fisiológica	Días
	Altura de planta	cm
	Altura de panoja	cm
	Periodo vegetativo	Días
	Rendimiento	
	Contenido de proteína	%
Interviniente	Costo de producción	S/
	Temperatura	°C
	Fotoperiodo	Horas

1.7 Hipótesis de la investigación

1.7.1 Hipótesis general.

Por lo menos una de las doce variedades de quinua puestas en estudio tendrá un rendimiento aceptable en condiciones del valle de Moquegua.

1.7.2 Hipótesis específicas.

Al menos una de las doce variedades de quinua tendrá una mejor característica agronómica (Emergencia, presencia seis hojas verdaderas, panojamiento, floración, grano pastoso, madurez fisiológica, altura de la planta y panoja.) en condiciones del valle de Moquegua.

Al menos una de las doce variedades de quinua tendrá un mayor contenido de proteína en condiciones del valle de Moquegua.

Al menos una de las doce variedades de quinua con manejo apropiado del control de costos influye en determinación de costos de producción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Marca (2015) entre los años 2013 al 2015 realizó un total de cuatro investigaciones en el departamento de Moquegua en diferentes pisos ecológicos en la investigación denominada “Evaluación de rendimiento de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el valle de Tumulaca distrito de Torata, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua”, los resultados obtenidos indicaron el rendimiento obtenido el orden siguiente de mayor a menor: Pandela con 4200 kg/ha; de Chulpi Roja con 4190 kg/ha; Illpa INIA con 4120 kg/ha; Pasankalla con 4050 kg/ha; Blanca Real con 3800 kg/ha; salcedo INIA con 3200 kg/ha; Wariponcho con 3100 kg /ha; Quito Negro con 3000 kg/ha.

J. Flores (2014) en su trabajo de investigación denominada “Evaluación del rendimiento de once variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el distrito de Carumas, provincia Mariscal Nieto, región de Moquegua”, empleo como material once variedades de quinua: Pasankalla, Choklito, Sajama,

Blanca de Juli, 03 – 20 – 320, Chullpi Roja, Wariponcho, Kancolla, Salcedo INIA. (Testigo local), Quito Negro (Negra Collana) y Blanca real, además empleo el diseño de bloques completos aleatorios con once tratamientos y cuatro repeticiones, siendo la variedad Blanca real la que obtuvo un rendimiento de 5133 t/ha; la variedad 03 - 20 -320, en segundo lugar se ubicó con 3940 t/ha; a continuación, se ubica la variedad Kancolla con 3907 t/ha, y finalmente las variedades Blanca de Juli y Choklito con 1630 t/ha y 1355 t/ha.

L. Flores (2014) quien realizó el trabajo de la investigación denominada: “Evaluación del rendimiento de once variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en el centro poblado menor los Ángeles, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua”, cuyo objetivo evaluar el rendimiento de grano de once variedades de quinua, el tiempo de duración de la investigación fue de 131 días. El mayor rendimiento de grano lo obtuvo los tratamientos Blanca de Juli, Chullpi y Pasankalla con 2 979,91 kg/ha, 2 899,55 kg/ha y 2 667,41 kg/ha respectivamente; las fases fenológicas promedio fueron: emergencia cinco días, seis hojas verdaderas 27 días, ramificación 33 días, panojamiento 53 días, floración 68 días, grano pastoso 106 días y la madurez fisiológica en 126 días. Con respecto a las características agronómicas: la mayor altura de planta lo obtuvieron las variedades Pasankalla, Blanca de Juli, y Illpa-INIA con 108,30; 108,20 y 105,80 cm. El mayor tamaño de panoja lo obtuvieron las variedades Chullpi, Blanca de Juli y Negra Collana, con 42,95; 39,62 y 39,50 cm. El mayor número de ramas lo obtuvieron la variedad Salcedo INIA e Illpa INIA con 11,09 y 10,97 ramas.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Origen.

La quinua es originaria de los lugares aledaños al lago Titicaca, (Perú y Bolivia), la teoría de su origen es opuesta. Manifiestan que fue utilizada 7000 años por culturas pre incas, históricamente se cultivó de la zona norte de Colombia a la zona sur de Chile, a partir del nivel del mar hasta los 4000 msnm, sin embargo, su mejor producción se consigue en una condición de 2500 msnm a 3800 msnm con una precipitación pluvial anual entre 250 mm a 500 mm y una temperatura promedio de 5 °C – 14 °C. En América del Sur, el primer país con la mayor cantidad de exportación como quinua orgánica a Estados Unidos y a Europa es Bolivia (Mujica y Jacobsen, 2000).

Existen bancos de germoplasmas en distintas regiones tales como el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA), la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, y el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), Cusco que conserva un total 3000 acciones originarios de diferentes condiciones agroecológicas, esto debido a la calidad que posee este grano (Mujica y Jacobsen, 2000)

2.2.2. Clasificación taxonómica.

Según Engler (s.f.), citado por Soto (2010) menciona que la clasificación taxonómica de la quinua es la siguiente forma:

Reino : Vegetal

División : Fenerógamas

Clase : Dicotiledoneas

Orden : Centrospermales

Familia : Chenopodiáceas
Género : Chenopodium
Especie : (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.2.3 Importancia.

A lo largo del tiempo no se dio la importancia merecida a este cereal de gran capacidad nutricional, sin embargo, en la actualidad resulta ser uno de los alimentos que componen la dieta de los astronautas, por ser completo en el contenido de las proteínas que aporta, así como también el contenido de aceites saludables, fibra, almidón, entre otros; considera importante en el desarrollo de los niños. Todos estos nutrientes por lo general se encuentran presentes en grandes cantidades en la quinua por sobre la mayoría de los cereales (Mujica, 1998).

2.2.4 Descripción botánica.

La quinua es una planta herbácea anual, sembrada en casi todo el mundo, cultivada en diferentes zonas altitudinales, fue empleada como alimento desde tiempos antiguos, presenta una gran flexibilidad para amoldarse a diversas situaciones ambientales, se la siembra desde el nivel del mar hasta 4000 msnm, tolerante a la sequía, heladas, salinidad de suelos y otros, su pH es de 4,5 a 9,0 y su periodo vegetativo de la planta es de 90 hasta 240 días (Hernández y León, 1992).

2.2.4.1. Raíz.

Bastante ramificada, fibrosa, profunda, vigorosa y pivotante mide hasta 1,80 cm de profundidad da estabilidad a la panoja, resiste sequías (Ceron, 2002).

2.2.4.2. Tallo.

El tallo es de forma cilíndrica en el cuello de la planta y en las ramificaciones son angulosos, su tonalidad va de verde al rojo. Las ramas se originan de las axilas, las

primeras hojas nacen cuando la planta va creciendo (Mujica, 1983).

2.2.4.3. Hoja.

Son acanalados y largos los peciolos, la especie Chenopodiáceas tienen la típica estructura de pata de ganso (Lescano, 1994).

2.2.4.4. Inflorescencia.

La longitud de la panoja es variable dependiendo de los genotipos, y la condición de fertilidad del suelo, alcanzando de 5 a 30 cm de diámetro por 30 a 80 cm de longitud, el número de glomérulos por panoja se encuentra de 80 a 120, el número de semillas por panoja de 100 a 3000, encontrando panojas tienen 55 g de semilla por inflorescencia (Mujica, 1983).

2.2.4.5. Flores.

Son pequeñas e incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, están constituidas por una corola que está conformada por cinco piezas florales tepaloides, sepaloides, con la posibilidad de ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, en general tiene 10 % de polinización cruzada (Carrasco, 1992).

Así como las flores de todas las quenopodiáceas, las flores de la quinua son incompletas ya que se escasean de pétalos (Ecuarrural, 2001).

2.2.4.6. Fruto.

Es un aquenio de forma cilíndrica - lenticular, sutilmente agrandando hacia el interior. Conformado por el perigonio que rodea a la semilla y tiene una sola semilla, su color es variable, posee un diámetro de 1,4 a 4,0 mm, la humedad de fruto a la cosecha es de 14,50 % (Gallardo, 1997).

2.2.4.7. Semilla.

Es un fruto en estado maduro sin el perigonio, su forma es lenticular, elipse, cónica

o esfera, presenta tres partes definidas las cuales son, episperma, ubicada en la saponina y que da el sabor amargo al grano (Cárdenas, 1999).

El embrión, está constituido por cotiledones y la radícula, constituyendo el 30 % del volumen total de la semilla (Carrillo, 1992).

El perisperma, es el principal tejido de almacenamiento de almidón la semilla representa la superficie del 60% y es de color blanquecino (Juvenal, 2003).

2.2.5 Fenología de la quinua.

Canahua y Mujica (1989) menciona que la quinua presenta diferentes fases fenológicas que se detallan seguidamente:

2.2.5.1. Emergencia.

La planta en sus primeros estadios de desarrollo sale del suelo y extiende las hojas cotiledonales, donde se puede observar en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto ocurre de los siete a 10 días de la siembra (Mujica, 2013).

2.2.5.2. Dos hojas verdaderas.

Las hojas cotiledonales, poseen una forma lanceolada, surgen dos hojas verdaderas extendidas de manera romboide y se localizan en botón el subsiguiente par de hojas se observa a los 15 a 20 días posteriores a la siembra (Mujica, 2013).

2.2.5.3. Cuatro hojas verdaderas.

Se visualizan extendidas dos pares de hojas verdaderas y aún se encuentran presentes las hojas cotiledonales de color verde, sucede entre los 25 a 30 días posteriores la siembra, en esta etapa se muestran una excelente resistencia al frío y sequía (Mujica, 2013).

2.2.5.4. Seis hojas verdaderas.

Se visualizan extendidas las hojas verdaderas tienen una coloración amarillenta,

hay un resguardo del ápice vegetativo por las hojas más adultas, en especial cuando la planta se encuentra bajo estrés por pérdida de agua y el suelo se encuentra salino (Mujica, 2013).

2.2.5.5. *Ramificación.*

Se visualizan ocho hojas verdaderas las cuales presentan hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se desprenden del tallo y van dejando cicatrices en el tallo, las inflorescencias están preservadas (Mujica, 2013).

2.2.5.6. *Inicio de panojamiento.*

La inflorescencia se observa que va apareciendo del ápice de la planta, visualizando la aglomeración de hojas pequeñas, recubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; esto sucede entre los 55 a 60 días después de la siembra, así también ya se visualiza el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas, las mismas que ya no son fotosintéticamente activas y posteriormente se produce un engrosamiento y una fuerte elongación del tallo. En esta fase se produce el ataque de enfermedades y plagas (Mujica, 2013).

2.2.5.7. *Panojamiento.*

La inflorescencia resalta por sobre las hojas, notándose los glomérulos que la constituyen; asimismo, se puede visualizar en la base, los botones florales de forma individual, ello ocurre de los 65 a los 70 días posteriores a la siembra (Mujica, 2013).

2.2.5.8. *Inicio de floración.*

La flor hermafrodita apical se abre exponiendo los estambres con las anteras a los 75 a 80 días después de la siembra de la quinua, en esta etapa es sensible a la sequía (Mujica, 2013).

2.2.5.9. Floración.

El inicio de esta etapa se considera cuando el 50 % de las flores de la inflorescencia se hallan abiertas, esto puede suceder cerca de los 90 a 100 días posteriores a la siembra, esta etapa es muy sensitiva a las heladas y granizadas (Mujica, 2013).

2.2.5.10. Grano lechoso.

Se produce cuando los frutos que se localizan en los glomérulos de la panoja, al sufrir cierta presión explotan y expulsan un líquido lechoso, este suceso ocurre aproximadamente entre los 100 a 130 días posteriores a la siembra (Mujica, 2013).

2.2.5.11. Grano pastoso.

Al presionar con los dedos de la mano muestran una firmeza pastosa de coloración blanca, puede suceder entre los 130 a 160 días posteriores de la siembra (Mujica, 2013).

2.2.5.12. Madurez fisiológica.

Si el grano formado es exprimido con las uñas presentando tenacidad a la penetración, sucediendo aproximadamente entre los 160 a 180 días a más, la humedad del grano tiene una variación de 14 a 16 %, y en esta etapa la lluvia es altamente dañina porque se pierde el sabor y calidad del grano de quinua (Mujica, 2013).

2.2.6 Requerimientos del cultivo.

Los requerimientos para una apropiada producción según Mujica y Jacobsen (2000) son los siguientes:

2.2.6.1. Suelo.

La quinua tiene preferencia por el suelo franco, que tenga un buen drenaje y gran cantidad de materia orgánica, la pendiente debe ser menor al 2 %, el cultivo es

exigente en cuanto al nitrógeno y calcio, discretamente en fósforo y en menor cantidad al potasio (Mujica y Jacobsen, 2000).

2.2.6.2. pH del suelo.

En suelos con pH de 9,0 hasta 4,5 los cultivares se adaptan a estas características, asimismo se adaptan a condiciones de suelos salados resistiendo de hasta 52,00 mmhos/cm retrasándose la germinación hasta 25 días (Mujica y Jacobsen, 2000).

2.2.6.3. Clima.

El cultivo posee gran capacidad de adaptación a diversos climas desde uno en condiciones desérticas seguido de los valles interandinos lluviosos y templados, hasta finalmente la selva que posee una mayor humedad relativa y en la puna (Mujica, 1998).

2.2.6.4. Agua.

Es eficiente la quinua en el uso de agua al considerarlo fisiológicamente como una planta C3, puesto que le consienten escapar al déficit de humedad, presenta resistencia a la falta de humedad del suelo, con 200 a 250 mm anuales da buenos rendimientos (Cárdenas, 1999).

2.2.6.5. Temperatura.

La temperatura media adecuada para la quinua es de 15 a 20 °C, sin embargo puede aguantar hasta menos 8 °C, en determinadas fases fenológicas, siendo la de mayor tolerancia la ramificación y la más deficiente en la fase de floración y llenado de grano (Mujica, 2013).

2.2.6.6. Radiación.

La quinua soporta la radiación global (RG) en promedio, que recibe la superficie del suelo, ascendiendo a 462 cal/cm²/día, y en la costa (Arequipa), alcanza a 510

cal/cm²/día (Frere, 1975).

2.2.6.7. Fotoperiodo.

La quinua presenta genotipos de fotoperiodos cortos y largos; (12 a 14 horas) tanto en hemisferio sur y norte (Mujica, 1998).

2.2.6.8. Altitud.

Se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 msnm, en el primero es menor su periodo vegetativo y el potencial de producción es de 6000 kg/ha, con riego y fertilización (Mujica, 1988).

2.2.7 Aspectos agronómicos del cultivo.

La preparación de suelos comprobará el futuro exitoso de la instalación del cultivo, debe ser efectuado con esmero, en la época idónea, con adecuadas herramientas y empleando tecnologías propias para el cultivo (Ceron, 2002).

2.2.7.1. Preparación de terreno.

Se debe labrar con vertederas o de rígido, luego proceder a mullir el terreno para posteriormente proceder a desmenuzar el terreno ser nivelado y aplicar la semilla (Mujica, 2013).

2.2.7.2. Siembra.

Se realiza con 4 a 5 kilogramos de semilla por hectárea, procedente de semilleros básicos o garantizados. La siembra de manera directa puede ser efectuada al voleo o chorro continuo, el distanciamiento de los surcos depende de las condiciones de suelo y la disponibilidad del agua (Ceron, 2002).

2.2.7.3. Fertilización.

La quinua es un cultivo exigente en cuanto a nutrientes, primordialmente de nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, en la costa es recomendable una fórmula de

fertilización de 240-120-200 (Mujica, 1998).

2.2.7.4. Deshierbo.

Su finalidad es evitar la competencia entre el cultivo y maleza en cuanto a agua, luz, nutrientes y suelo (espacio); el primer deshierbo se realiza a los 20 cm de altura (40 a 50 días posteriores a la siembra); el segundo cuando las plantas tengan una altura de 30 a 35 cm (Canahua y Mujica, 1989).

2.2.7.5. Aporque.

Se realiza al iniciar el panojamiento; posteriormente del deshierbe y fertilización de manera complementaria, para evitar el tumbado de plantas, y airear las raíces de la planta (Lescano, 1994).

2.2.7.6. Riego.

Es cultivada con las precipitaciones pluviales en la zona andina, pocas veces se emplea el riego el cual compone un elemento complementario cuando hay sequía. En costa se utilizan riegos por goteo dando buenos resultados que se ven en los rendimientos de los cultivos (Cárdenas, 1999).

2.2.7.7. Cosecha.

Según Mujica (2013) menciona que se la cosecha cuando las plantas han cambiado de verde a un verde amarillento alcanzando la madurez de la planta y se encuentran listas para ser cosechadas con la ayuda de una hoz en forma manual o en forma mecánica con la ayuda de una trilladora se realizar todo el año, la cosecha tiene las siguientes fases:

- Siega o corte.
- Formación de parvas, parvines o arcos (quechua).
- Trilla manual o mecánica.

- Aventado y limpieza.
- Secado del grano.
- Envasado del grano.
- Almacenamiento.

2.2.8 Rendimiento.

Fluctúan de acuerdo a la variedad utilizadas, manejo agronómico, fertilidad química y orgánica empleada al drenaje tipo de suelo y por supuesto a las condiciones ambientales en la zona de producción. Con material genético los rendimientos llegan a 3000 kg/ha (De la Torre, 2001).

2.2.9 Valor nutricional.

La quinua es un pseudo cereal considerado por la FAO y la OMS como un alimento único por su altísimo valor nutricional donde se encuentran reunidos hidratos de carbono, albúmina (Cerón, 2002).

Tabla 3

Contenido de macronutrientes de alimentos seleccionados por cada 100 g peso en seco

Característica	Quinua	Frijol	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (Kcal)	399,00	367,00	408,00	372,00	392,00
Proteína (g)	16,50	28,00	10,20	7,60	14,30
Grasa (g)	6,30	1,10	4,70	2,20	2,30
Total de carbohidratos	69,00	61,20	81,10	80,40	78,40

Fuente: Koziol, 1992

2.2.10 Plagas y enfermedades.

Según Rasmussen, Lagnaoui y Esbjerg (2000) mencionan las siguientes:

2.2.10.1. Plagas.

Tenemos: K'cona-K'cona (*Eurysacca quinoa* Polony), oruga de hojas e inflorescencia (*Hymenia recurvalis* Fabricius) y pulgones (*Mysus sp. Macrosiphum sp*).

2.2.10.2. Enfermedades.

Las enfermedades más conocidas que aquejan a la quinua son: Mildiú (*Peronospora farinosa*), mancha foliar (*Ascochyta hylaspora*) y virosis.

2.2.11 Saponinas.

Presenta un glucósido la quinua en el grano del pericarpio, impartiendo un sabor amargo y produce espuma en soluciones acuosas (Carrillo, 1992).

2.2.12 Variedades.

2.2.12.1. Altiplano.

INIA (2013) citado por Rosas (2015) señala que es una variedad de recientemente liberada, en el año 2013, en donde menciona que han obtenido en la Estación Experimental Agraria Illpa de Puno, a través del cruce recíproco de las variedades Illpa-INIA por Salcedo-INIA. El periodo vegetativo de esta variedad es de 150 días en el Altiplano y de 120 días en la costa, siendo posible conseguir un rendimiento promedio de grano de 3000 kg/ha.

2.2.12.2. INIA 431 Altiplano.

Estación Experimental Agraria (EEA Illpa, 2013) publica que la variedad de quinua INIA 431 – Altiplano, es un cruce recíproco (A x B y B x C) de las variedades Illpa INIA (004) (A) x Salcedo INIA (001) (B) ejecutada por el Programa Nacional de Innovación Agraria en Cultivos Andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria –INIA en 1997 en la localidad de Salcedo, de la provincia de Puno, con coordenadas geográficas 15° 14' 35" latitud Sur, 70° 43' 30" longitud Oeste y altitud 3820 msnm. La quinua se adecua a las condiciones de la zona agroecológica Suni del altiplano, entre los 3820 a 3640 msnm, precipitación de 616 a 800 mm/año y temperatura media máxima de 15 °C.

2.2.12.3. INIA 515.

Estrada (2013) menciona que se consiguió a través del cruce de las variedades “Real Boliviana” x “Sajama” entre sus principales características se puede destacar que: posee un grano grande (2,0 mm de diámetro), dulce, con un periodo vegetativo de 150 días, de panícula glomerulada compacta, posee un gran potencial de rendimiento, resistente a mildiu (*Peronospora farinosa f. sp chenopodii*), contenido de saponina 0,014 %, (grano dulce), presenta gran tolerancia a sequias y heladas, posee un gran contenido de proteínas (14,5 %); esta variedad es solicitada en gran medida por el mercado exterior y la agroindustria (Apaza, Cáceres, Estrada y Pinedo, 2013).

2.2.12.4. Pasankalla.

Vásquez (2017) cita a Apaza (2009), quien indica que el INIA 415 – Pasankalla es de origen en adhesión a la Pasankalla, comúnmente conocida en la región con el nombre de “Kcoitu pasankalla”, aku jiura, pasankalla, kañiwa quinua y kañiwa jiura, colectada el año 1978 en la localidad Caritamaya (Ácora, Puno). Desde el año 2000 hasta el 2005 se inició el proceso de selección de esta variedad, en el ámbito de la Estación Experimental Agraria Illpa - Puno. Es adaptable en las zonas agroecológicas suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm.

Rosas (2015) manifiesta que es una variedad que fue liberada en el año 2006, se obtuvo por selección entre planta - surco de ecotipos en la localidad de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno. Entre los años 2000 al 2005 se realizó el proceso de mejoramiento, en el perímetro de la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa-Puno, por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. En la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm

se logra su mejor desarrollo y es resistente a un clima frío seco. Considerada como una variedad recomendable para la agroindustria, poseyendo una alta productividad, cuyo rendimiento potencial es de 4,5 t/ha. El cultivo adquiere una altura de hasta 130 cm y con un periodo vegetativo de 144 días en el Altiplano. La panícula posee una forma glomerulada (Figura 7), posee un grano grande, de una coloración ploma en el pericarpio y tonalidad vino en el episperma. Esta variedad presenta tolerancia al mildiú.

2.2.12.5. *Chullpi.*

Arana (2015) indica que es una variedad menuda y de apariencia dorada en comparación a las demás, considerada como exquisita y de variedad premium entre la quinua blanca; sus características principales son: grano pequeño de 1,2 mm de diámetro, de coloración blanca, contenido de saponina dulce, tipo de panícula glomerulada, tamaño de la panícula 10 a 20 cm y con un rendimiento de 3500 kg/ha.

2.2.12.6. *Koito Negro.*

R. Flores (2016) menciona las características: la coloración de la planta varía entre tonos blancos o plomos mientras que la coloración del grano varía entre plumizo, marrón; presentan tolerancia a las heladas; pericarpio es de color plomo y episperma de color negro o castaño; posee un grano duro para la molienda, con un bajo contenido de saponina o casi dulce; alto contenido de proteína.

2.2.12.7. *Ayrampo.*

Tapia (2013) sostiene que es una quinua tolerante a las heladas, pericarpio es de color granate o guinda, mientras que el episperma tiene una coloración negro castaño o blanco, existen cultivos dulces que son usados para la elaboración de bebidas fermentadas tales como, chicha, kuso, quispiños, que con consumidas en el

día de todos los santos.

2.2.12.8. Huariponcho.

Mujica y Jacobsen (2000) Manifiestan que esta variedad es de origen peruana, la altura de planta no sobrepasa el metro de altura; posee una tonalidad de color naranja y tiene tolerancia a las heladas con un elevado contenido de saponina; su pericarpio es de color amarillo y epispermo de color blanco. Ofrece resistencia al ataque de roedores y aves, rendimiento alcanza hasta 4288 kg/ha; y su uso es preferentemente para mazamorra con sal y pasteles (quispiño).

2.2.12.9. Pandela Rosada.

Arana (2015) confirma que la variedad es de origen del país de Bolivia presenta el grano en forma de cono, con coloración tipo fuego y de su amaño oscila entre 2,2 a 2,8 mm, la altura de planta que presenta oscila entre 0,70 m a 1,20 m. el rendimiento promedio de grano alcanza entre 1500 a 3360 kg/ha.

2.2.12.10. Choclito.

Arana (2015) menciona que es de origen peruano, presenta un grano de tamaño pequeño de 1,2 mm de diámetro, de coloración blanca, su contenido de saponina es dulce, el tipo de panícula es glomerulada y su tamaño fluctúa entre 10 a 20 cm, así mismo, el rendimiento que alcanza esta entre 1500 a 3000 kg/ha y presenta tolerancia intermedia al mildiu.

2.2.12.11. Blanca de Juli.

Arana (2015) cita lo indicado por Morales (1975) señala que es un grano local procedente del departamento de Puno, distrito de Juli, su grano es tamaño mediano entre 1,4 a 1,8 de diámetro, de tonalidad blanca, de sabor semidulce, el tipo de panoja es glomerula y algo laxa, su periodo vegetativo dura entre 160 a 170 días

considerada como semitardia, el rendimiento de grano promedio alcanza las 500 kg/ha, tiene tolerancia intermedia al mildiu y se adapta a las zonas de Juli, Pomata, Zepita, Península de Chucuito e Ilave.

Rosas (2015) cita a Tapia (1979) quien menciona que este cultivo es de procedencia regional alrededor del lago Titicaca en territorio peruano, la selección de este grano fue realizada por el Ing. Agustín Morales en el año de 1969, es descrita como una variedad algo tardía, con un periodo vegetativo de 179 días, cuya panícula y planta son de coloración verde, siendo la panícula de forma glomerulada y algo laxa, además de presentar resistencia relativa al mildiú. Mujica (1988) realiza su capacidad de buen rendimiento y además la describe con el grano de coloración blanca, de tamaño muy pequeño, de sabor casi dulce y con contenido de muy poca saponina soluble e indica que su origen es de Juli (Puno).

2.2.12.12. *Marangani amarillo.*

Estrada (2013) señala que su origen es de la localidad de Maranganí, perteneciente al departamento de Cusco, sus caracterices son: presenta poca ramificación en una planta recta, su tamaño oscila en promedio los 180 cm de altura, con un abundante follaje, de tallo grueso, la panícula a la madurez es de coloración naranja, su periodo vegetativo es tardío y se desarrolla entre 170 a 210 días, posee una panícula glomerulada en estado semi-compacto, el tamaño del grano es grande mayor a 2,0 mm con una tonalidad naranja, además de contener un alto contenido de saponina y presentar tolerancia al mildiu, su rendimiento promedio alcanza hasta 3,0 t/ha con mayor adaptación a los valles interandinos ubicados hasta los 3600 msnm.

Rosas (2015) menciona que es una variedad producida por selección masal de la región de Sicuani, en el departamento de Cusco. Su periodo vegetativo es

tardío con una duración entre 200 a 210 días, con una panícula de fomación amarantiforme (Figura 4) la tonalidad es de amarillo-naranja, presenta un grano amarillo amargo y de tamaño regular. En cuanto al rendimiento, menciona que el potencial de alcance es de hasta los 3500 kg/ha en condiciones de 2500 a 3400 msnm.

2.2.13 Variable interviniente.

2.2.13.1. Temperatura.

La temperatura promedio que es considerada para el cultivo de la quinua es entre los 15-20 °C, sin embargo, se ha podido observar que con una temperatura media de 10 °C también el cultivo se desarrolla de manera perfecta, así mismo este desarrollo también ocurre con la temperatura media y alta de hasta 25 °C, prosperando adecuadamente su desarrollo, así mismo se ha logrado determinar que el cultivo presenta mecanismo de tolerancia y escape a las temperaturas bajas, logrando soportar hasta temperaturas de -8 °C, en determinadas fases fenológicas, siendo la que presenta mayor tolerancia la etapa de ramificación y la de menor tolerancia las etapas de floración y llenado de grano (Mujica, 1998).

En relación a las temperaturas extremadamente altas, se ha podido observar que en temperaturas por sobre los 38 °C se produjo la perdida de flores, así como la desaparición de estambres y estimas, siendo imposible la formación del polen, es decir que también se impide la formación del grano, en un caso que se observó en la localidad de Canchones en Iquique, perteneciente al país de Chile y que presenta en común en los invernaderos de la sierra se observó que no cuentan con mecanismos de aireación (Mujica, 1998).

2.2.13.2. Fotoperiodo.

Mujica (1983) manifiesta que, el fotoperiodo del cultivo de la quinua es variable, dependiendo de su procedencia: las variedades que son de procedencia cercana a la línea ecuatorial, en dos aspectos de su desarrollo son cultivos de día corto: necesitando como mínimo 15 días menor a 10 horas de luz, esto para la inducción de la floración, así como también para que los frutos realicen su maduración. Este cultivo progresa de manera adecuada con 12 horas de luz por día, en el altiplano entre Perú y Bolivia, ubicados en el hemisferio sur.

La quinua por gran plasticidad y su amplia variabilidad genética, presenta genotipos de días cortos, largos e incluso indiferentes al fotoperiodo, pudiendo adaptarse de manera fácil a condiciones de luz, el cultivo en la zona sur, de los Andes Sudamericanos se desarrolla con solo 12 horas de luz diarias, en cuanto que en la zona norte y las zonas australes se desarrolla con hasta 14 horas de luz, como sucede en los países europeos. El promedio de horas de luz diaria es de 12 a 19 en las zonas de mayor producción.

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de la investigación

Se realizó la investigación experimental, debido a que permite el efecto de la variable independiente sobre una variable dependiente.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño experimental utilizado el diseño de bloque completamente aleatorio (DBCA) teniéndose doce tratamientos bajo tres repeticiones. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

3.2.1 Análisis de varianza y prueba de significación.

Para el análisis de datos de las variables en estudio se empleara el análisis de variancia (ANVA), usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 para la comparación de múltiples de media entre las medias se utilizará la prueba de significación de Tukey a una probabilidad de $\alpha = 0,05$.

3.2.1.1. Nuevo nivel.

$$y_{ij} = u + T_i + B_j + e_{ij}$$

y_{ij} = Comportamiento de las variedades en prueba

u = Media poblacional

T_i = Comportamiento de la variedad

B_j = Efecto de los bloques

e_{ij} = Efecto del error experimental

Tabla 4

Modelo de análisis de varianza para el diseño de bloques completamente aleatorios

F de V	GL	SC	CM	FC
Bloques	(r-1) 2	$SC_{\text{bloques/tra.}} - tc$	$SC_{\text{bloq/gl}}$	$CM_{\text{bloques}}/CM_{\text{error}}$
Tratamientos	(t-1) 11	$SC_{\text{tratamientos/bl}} - tc$	$SC_{\text{trata/gl}}$	$CM_{\text{trat}}/CM_{\text{error}}$
Error	(r-1) (t-1) 22	$SC_{\text{total}} - C_{\text{tratamientos}} - SC_{\text{Bloq}}$	$SC_{\text{error/gl}}$	
Total	(rt-1) 35	SC_{Total}		

Fuente: Calzada, 1989.

3.3 Área del experimento

3.3.1 Área total del experimento.

Largo : 26,00 m

Ancho : 16,00 m

Área total : 416,00 m²

3.3.2 Área neta.

Largo : 20,00 m

Ancho : 12,00 m

Área total : 240,00 m²

3.3.3 Características del bloque.

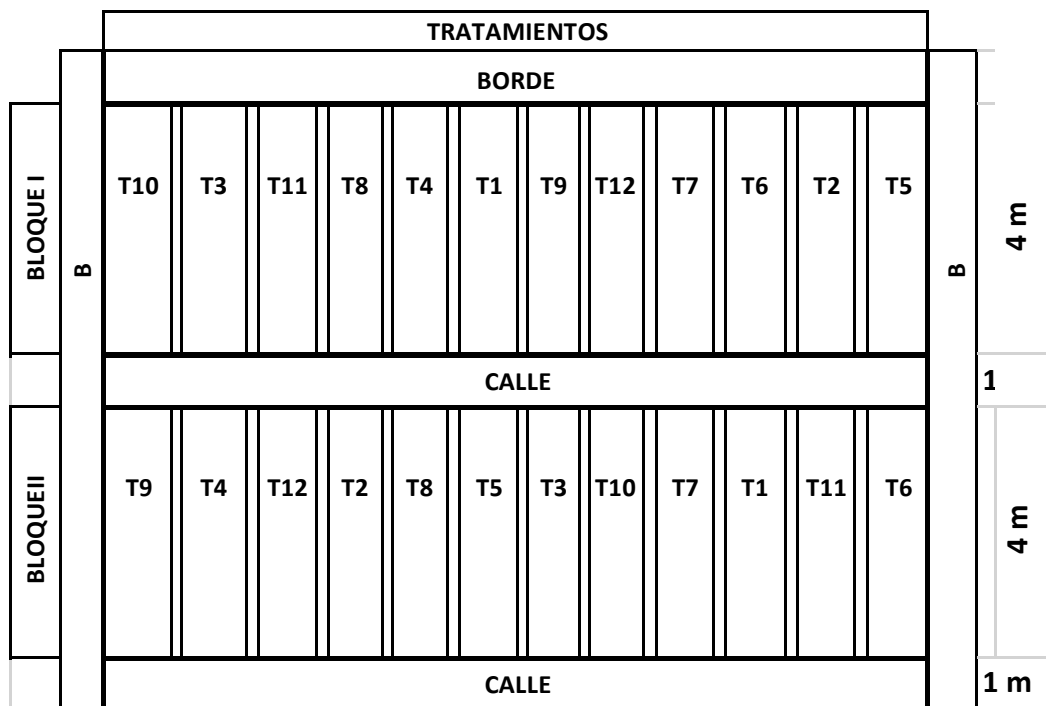
Largo : 20,00 m
Ancho : 4,00 m
Área total : 80,00 m²
Número de bloques : 3,00

3.3.4 Unidades experimentales.

Número de parcela : 36,00
Largo : 4,00 m
Ancho : 2,00 m
Área : 8,00 m²

3.3.5 Croquis del campo experimental.

En la figura 1 se observa la distribución de los tratamientos en el campo experimental realizado en el campo para la siembra de la quinua.



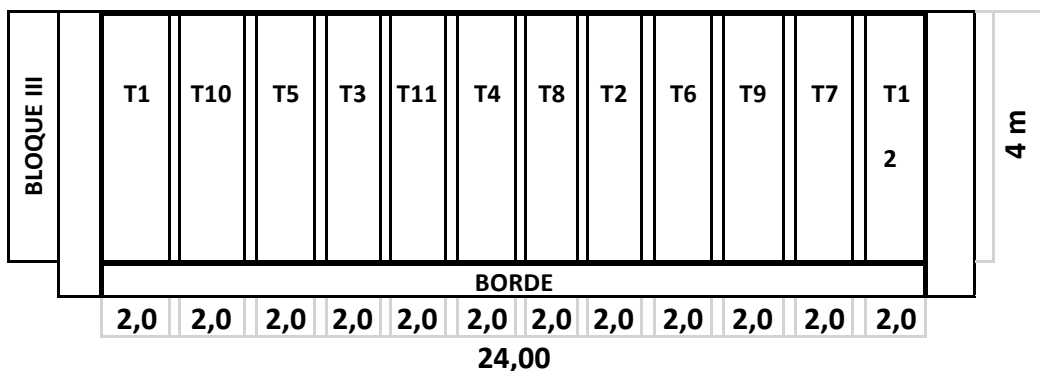


Figura 1. Croquis del campo de investigación

3.4 Población y muestra

La población y muestra estará constituido por las doce variedades de quinua las cuales son: Altiplano, INIA 431 Altiplano, INIA 515, Pasankalla. Chullpi, Koito Negro, Ayrampo, Huariponcho, Pandela rosada, Choclito, Blanca de Juli y Marangani amarillo.

3.5 Descripción de instrumentos para recolección de datos

3.5.1 Ubicación y área experimental.

El presente trabajo de investigación experimental se instaló en el Fundo Don Rafo (Carretera Toquepala km 3) del sector de Cerro Blanco del C.P.M: de San Antonio, del distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua.

Ubicación geográfica

Altitud : 1600 msnm

Latitud sur : 17° 12' 48.63" S

Longitud oeste : 70° 55' 20.37" W

El historial del campo donde se realizó la instalación del experimento es la siguiente: la investigación se encontraba con dos años de descanso, siendo los siguientes cultivos y por campaña:

Campaña agrícola 2007 – 2009 : alfalfa

Campaña agrícola 2013-2014 : maíz

Campaña 2017 : quinua.

3.5.2 Metodología.

3.5.2.1. Análisis de suelo.

La muestra de suelo recolectada del campo experimental antes de la roturación de terreno agrícola se extrajo una muestra de suelo en 10 puntos, con la finalidad de homogenizar la muestra y llevar un (1) kilogramo de suelo El cual se llevó a la unidad operativa laboratorio ambiental de San Agustín de Torata, ubicado en la Calle Coronel La Torre N° 23 – Torata (UOLASAT). Quien emitió según el informe de ensayo N° S-006/2017 con fecha 23 de enero del 2017, los resultados del análisis de suelo como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Análisis de suelo

Descripción	Unidad de medida	Valor	Tipo de ensayo
Clase Textural	Arena franca		Hidrómetro
Arena	%	82,00	Hidrómetro
Limo	%	10,00	Hidrómetro
Arcilla	%	8,00	Hidrómetro
pH	Unidad	8,03	Potenciómetro
CE	mS/cm	3,54	Pasta saturada
CIC	meq/100 g	18,20	Acetato de amonio
Nitrógeno total	%	0,08	Semi micro Kjendahi
Fosforo	Ppm	10,9	Olsen
MO	%	0,77	Walkey y Black
Potasio	Ppm	851,00	Espectrofotometría
Magnesio	Ppm	432,00	Espectrofotometría
Calcio	Ppm	2 114,00	Espectrofotometría
Sodio	Ppm	183,00	Espectrofotometría
Aluminio	Ppm	ND	Espectrofotometría

Fuente: Laboratorio ambiental San Agustín de Torata, 2017.

De la tabla 5 se muestra que el suelo es franco arenoso también podemos mencionar que el suelo tiene un alto valor de arena 82 %, el pH del suelo es alcalino,

la CE nos indica que el suelo es ligeramente salino, el CIC es medio, la presencia del nitrógeno es bajo, materia orgánica es bajo, el fosforo es medio, en cuanto al calcio, magnesio, son bajos para las condiciones de los suelos de la irrigación de San Antonio.

3.5.2.2. Preparación del terreno.

Se preparó inicialmente con el primer riego de remojo, para posteriormente se aró con un tractor de disco, se realizó la limpia de rastrojos y el desterronado con la ayuda de la maquinaria, posteriormente se trazó los surcos a 70 cm. Luego se instaló el riego presurizado (goteo).

3.5.2.3. Procedencia y siembra.

Las semillas fueron proporcionados por la Universidad Nacional Andina de Puno las variedades de Altiplano, Chulpi, Koito Negro, Ayrampo, Huariponcho, Pandela Rosado, Choclito, Blanca de Juli, Marangani amarillo y de la Estación Experimental de Illpa de Puno –INIA, ha puesto a disposición de los productores agrarios a nivel nacional las variedades mejoradas como son las variedades de Salcedo, INIA -431 Altiplano, INIA 415 Pasankalla.

Para la siembra las semillas fueron desinfectadas con un fungicida. La siembra fue manual a chorro continuo al borde del surco con 200 g de semilla por variedad debidamente codificadas. También se realizó el raleo respectivo después de la emergencia de las plantas.

3.5.2.4. Aporque.

La acumulación de tierra a la planta se efectuó al día 52 manualmente previa fertilización, cual evita la caída de las plantas, también facilitar la eliminación de malas hierbas del suelo, mayor aireación para mejorar el crecimiento de las plantas.

3.5.2.5. Control fitosanitario.

No se presentaron plagas ni enfermedades.

3.5.2.6. Labores culturales.

Se realizaron cuatro desmalezados manualmente, siendo el primero a los diez días de la siembra, el segundo a los 25 días, tercero a los 40 días y el cuarto a los 55 días; las malezas más frecuentes fueron el trébol (*Trifolium repens*), la verdolaga (*Portulaca oleracea*), malva (*Malva sylvestris*).

El riego se realizó según lo establecido durante el desarrollo del cultivo con una frecuencia de riego cada dos días por 30 minutos.

3.5.2.7. Cosecha y trilla.

La cosecha se realizó a la de madurez fisiológica de todas las variedades que consiste la presentación de signos como presencia de hojas secas en la base y amarillamente hacia el ápice de la planta y la consistencia de los granos, siendo el indicativo para el corte y secado sobre las mantas tendidas en el suelo en un semana, luego se cortó las panojas y se trillo manualmente. La separación de restos de cosecha y los granos también fue manual con la ayuda del viento para cada tratamiento. Posteriormente se pesó en una balanza para cada uno de los tratamientos.

3.5.2.8. Post cosecha.

Consistió el zarandeo y venteado, pasando los granos de quinua por tres zarandas para la obtención de granos limpios evitar presencia de materias inerte.

3.5.3 Variables evaluadas.

3.5.3.1. Emergencia.

Se realizó contando el número de plantas emergidas a los 10 días después de la siembra de los surcos centrales por tratamiento, para luego expresar en porcentaje.

3.5.3.2. Presencia de seis hojas verdaderas.

Se determinó el inicio de la etapa de desarrollo vegetativo evaluadas a la presencia de primer par de hojas verdaderas, hasta el cuarto par.

3.5.3.3. Longitud de panojamiento.

La evaluación realizada es el número de días transcurrido de la siembra a la etapa de plena de grano lechoso, midiendo la longitud de panoja con una cinta métrica expresado en centímetros (cm), registrándose el promedio de cada unidad experimental.

3.5.3.4. Floración

La evaluación se realizó cuando se produce la plena floración en un 50 % desde la siembra/tratamiento, evaluando a cinco plantas.

3.5.3.5. Grano pastoso.

Se determinó cuando los frutos han sido presionados presenta una congruencia de color blanco pastoso. En esta última evaluación las plantas se encontraban en fase de madurez fisiológica de la plantas por la defoliación de las hojas fue ascendiendo, debido por la caída de las hojas de manera natural.

3.5.3.6. Madurez fisiológica.

Se contabilizó desde la siembra hasta la madures del 80 % de las plantas presentan los síntomas como de hojas amarillentos.

3.5.3.7. Altura de la planta.

Se midió desde la parte basal del tallo hasta la altura de ápice de la planta, esta

medición se ha realizado al finalizar el llenado de grano, cuyos resultados se expresaron en centímetros. Se eligió al azar cinco plantas de los surcos de la parte media para efecto de borde.

3.5.3.8. *Altura de panoja.*

Se midió la longitud de panoja desde la inserción o desde el inicio del raquis de panoja hasta la parte apical de la misma y el resultado es en centímetros, a tres plantas aleatoriamente por unidad experimental.

3.5.3.9. *Periodo vegetativo.*

El periodo vegetativo se evaluó cuando la planta alcanzó a su madurez fisiológica de cada variedad en estudio expresando los días transcurridos.

3.5.3.10. *Rendimiento (kg/unidad experimental).*

Se cosecho toda la producción de las unidades experimentales de los surcos centrales, para luego expresarlas en kg/unidad experimental, posteriormente se llevó a kg/ha se pesó en balanza digital.

3.5.3.11. *Contenido de proteínas.*

Se determinó en laboratorio el porcentaje de proteínas del grano. Tomándose una muestra por cada tratamiento para la evaluación del parámetro..

3.5.3.12. *Costo de producción.*

Para obtener la rentabilidad primeramente, se procesa el costo de producción, gastos realizados durante el desarrollo de las plantas de quinua según los tratamientos

3.5.4 Temperatura en campo experimental.

Las temperaturas registradas durante el mes de mayo a diciembre del 2017, nos muestra en la tabla 6 que la mayor temperatura máxima se registra en el mes de diciembre 25,40 °C y la menor temperatura mínima se registra en el mes de julio

7,70 °C, en cuanto a la humedad relativa el menor registro es en setiembre.

Tabla 6

Temperatura máxima, mínima y humedad relativa

Mes	T máxima °C	T mínima °C	HR %
Mayo	23,40	9,30	57,00
Junio	22,30	8,10	59,00
Julio	21,80	7,70	56,00
Agosto	22,20	8,40	61,00
Setiembre	23,10	9,20	56,00
Octubre	23,80	9,80	62,00
Noviembre	24,80	10,80	59,00
Diciembre	25,40	11,50	61,00

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

4.1.1 Emergencia de plantas (%).

Tabla 7

Análisis de varianza de emergencia de plantas

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	1655,56	150,51	13,55	2,27	3,14	**
Bloque	2	22,22	11,11	1,00	3,44	5,72	NS
Error Exp.	22	244,44	11,11				
Total	35	1922,22					

Nota: CV = 3,43 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

Si observamos la tabla 7 el análisis de varianza donde se observa que entre bloques no hay diferencia significativamente, pero si hay entre tratamientos y es altamente significativa, coeficiente de variabilidad es 3,43 %, es aceptable según Calzada (1982).

Tabla 8

Prueba de Tukey al 0,05 % para emergencia de plantas

N°	Tratamiento	Promedio	Sig.	Orden mérito
1	T7	98,00	A	1°
2	T8	98,00	A	1°
3	T9	98,00	A	1°
4	T10	98,00	A	1°
5	T12	98,00	A	1°
6	T6	98,00	A	1°
7	T1	98,00	A	1°
8	T5	98,00	A	1°
9	T4	98,00	A	1°
10	T2	98,00	A	1°
11	T11	90,00	B	2°
12	T3	76,77	C	3°

Según la prueba de Tukey al 0,05 % se observa en la tabla 8, muestra que 10 tratamientos no tienen diferencia estadística y son iguales entre sí, mientras que los tratamientos T11 y T3 si tienen diferencia quedando en último lugar. Todas las semillas han sido viables, ya que muestran hasta el 98 % de emergencia en comparación del T11 que obtienen valores del 90 % y T3 con 76,77 %.

En la figura 2, se muestra que en la emergencia de plantas de quinua el T3 (INIA 515) quedó en el último lugar con 76,77%, seguido del T11 Blanca de Juli con el 90% de emergencia.

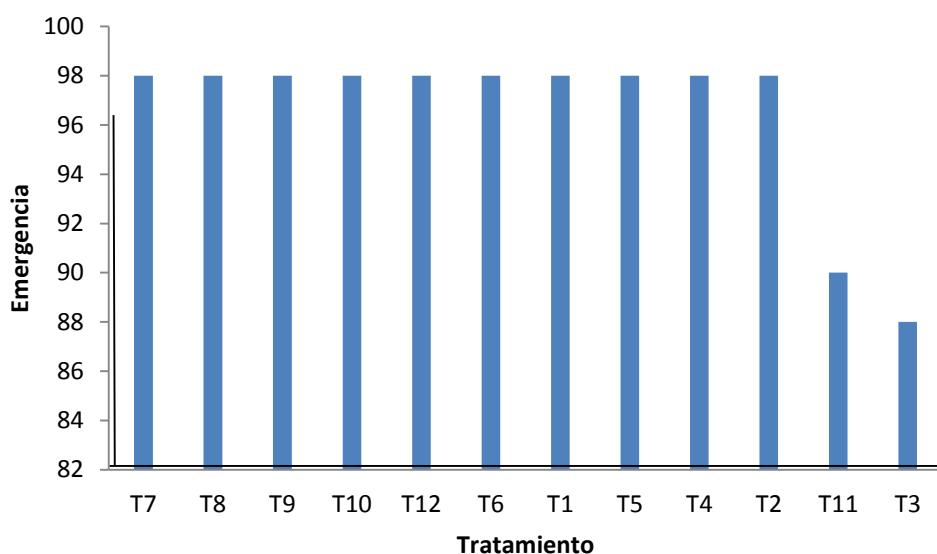


Figura 2. Evaluación de emergencia de planta de quinua (%)

4.1.2 Evaluación de días a la presencia de seis hojas (días).

Tabla 9

Análisis de varianza de la presencia de seis hojas

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	334,56	30,41	37,29	2,27	3,14	**
Bloque	2	13,39	6,69	8,21	3,44	5,72	**
Error Exp.	22	17,94	0,82				
Total	35	365,89					

Nota: CV = 9,97 %; NS= no significativo; ** = altamente significativo

El análisis de varianza evaluación de seis hojas de la tabla 9, observamos que existe diferencia significativa alta entre tratamientos, mientras que entre bloques no se presenta diferencia significativa, y presenta 9,97 % de coeficiente de variabilidad que nos demuestra que es bueno según Calzada (1982).

Tabla 10

Prueba de Tukey al 0,05 % en evaluación de la presencia de seis hojas

N°	Tratamiento	Promedio	Sig.	Orden mérito
1	T12	14,33	a	1°
2	T1	14,00	a	1°
3	T4	13,00	a	1°
4	T8	10,00	b	2°
5	T5	9,67	b	2°
6	T3	8,00	c	3°
7	T7	7,67	c	3°
8	T10	7,00	d	4°
9	T9	7,00	d	4°
10	T2	7,00	d	4°
11	T6	6,33	e	5°
12	T11	4,67	e	5°

En la prueba de Tukey tabla 10 observamos que los tratamientos T12 (Marangani amarillo) con valores de 14,33 días al periodo de la presencia de seis hojas, el que obtienen el primer lugar seguido de T1 y T4 pero es diferentes estadísticamente con el resto de los tratamientos quedando en los último lugar el tratamiento T11 (Blanca de Juli).

Se observa en la figura 3 que el T12 (Marangani Amarillo) es el que tiene mejor promedio con 14,30 días seguido por T1 (Altiplano) con 14 cm y en los últimos lugares observamos a los tratamientos T6 (Ayrampo) con un promedio de 6,33 días y T11 (Blanca de Juli) con 4,67 días.

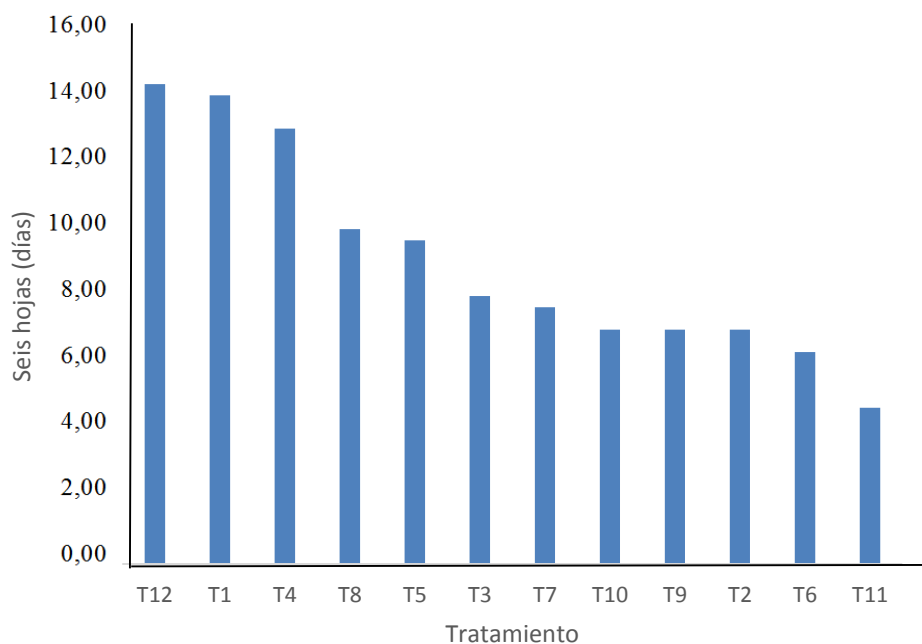


Figura 3. Evaluación de días en seis hojas

4.1.3 Evaluación de días al panojamiento (días).

Tabla 11

Análisis de varianza sobre evaluación de días al panojamiento

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	653,64	59,42	16,63	2,24	3,07	**
Bloque	2	26,72	13,36	3,74	3,42	5,66	*
Error Exp.	22	78,61	3,57				
Total	35	758,97					

Nota: CV = 9,21 %; * = significativo; ** = altamente significativo

Los resultados se muestran en la tabla 11 donde se observa los días al panojamiento que existe diferencia significativa entre bloques y diferencia altamente significativa entre tratamientos, por lo que afirmamos que los tratamientos en estudio tienen diferencias, el coeficiente de variabilidad es de 9,21 % lo que se desprende una buena conducción del trabajo según Calzada (1982).

Tabla 12

Prueba de Tukey al 0,05 % sobre evaluación de días al panojamiento

N°	Tratamiento	Promedio	Sig.	Orden mérito
1	T4	27,33	a	1°
2	T8	25,33	a	1°
3	T9	24,67	a	1°
4	T1	22,67	a	1°
5	T5	22,67	a	1°
6	T2	21,33	b	2°
7	T6	20,67	b	2°
8	T10	19,33	c	3°
9	T3	18,00	d	4°
10	T12	17,67	e	5°
11	T7	14,33	f	6°
12	T11	12,33	g	7°

En la tabla 12 según la prueba de Tukey observamos que el tratamiento T4 (Pasankalla) se encuentra en primer lugar con 27,33 días, seguido del tratamiento T8 Huariponcho, posteriormente se encuentra los tratamientos de T9 Pandela rosada y T5 Chulpi, que estadísticamente es diferente a los demás tratamientos teniendo en últimos lugares al T11 (Blanca de Juli).

En la figura 4 se observa que el tratamiento T4, es el que obtiene el mejor resultado con 27,3 días al panojamiento, seguido de T8 con 25,3 días.

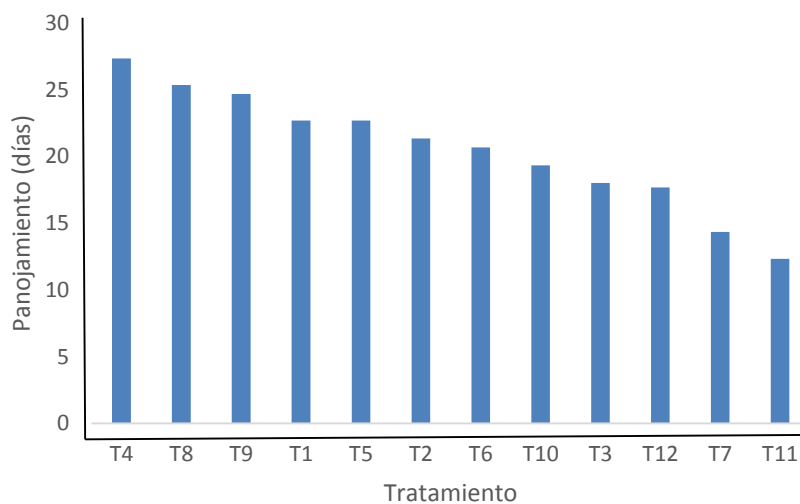


Figura 4. Evaluación de días al panojamiento

4.1.4 Evaluación de días a la floración (días).

Tabla 13

Análisis de varianza de evaluación de días a la floración

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	2 526,97	229,72	2,68	2,27	3,14	*
Bloque	2	234,89	117,44	1,37	3,44	5,72	NS
Error Exp.	22	1 885,78	85,72				
Total	35	4 647,64					

Nota: CV = 19,62 %;

NS = no significativo;

* = significativo

El análisis de varianza para evaluación de días a la floración en la tabla 13 se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos, pero no existe diferencia significativa entre bloques. Su coeficiente de variabilidad es de 19,62 % que es buena según Calzada (1982).

Tabla 14

Prueba de Tukey al 0,05% en la evaluación de días a la floración

N°	Tratamiento	Promedio	Sig.	Orden mérito
1	T1	61,67	a	1°
2	T6	59,00	a	1°
3	T4	54,67	b	2°
4	T5	50,67	b	2°
5	T3	47,67	b	2°
6	T9	46,67	b	2°
7	T2	46,67	b	2°
8	T8	46,00	b	2°
9	T12	45,00	b	2°
10	T10	39,00	b	2°
11	T7	39,00	b	2°
12	T11	30,33	b	2°

En la tabla 14 muestra los resultados obtenidos de la prueba de tukey vemos que obtiene el mejor resultado los tratamientos el T1 y T6 (Altiplano y Koito Negro) con 61,67 y 59 días a la floración se puede afirmar que existen dos categorías diferentes, el tratamiento de último lugar T11 (Blanca de Juli) con 30,33 días.

En la figura 5 observamos que el tratamiento T1 (Altiplano) presenta el mejor promedio con 61,67 días en la etapa de floración seguido del T6 (Koito Negro) con 59,00 cm y en los últimos lugares el T10 (Choclito) con 39,00 días y el T11 (Blanca de Juli) con 30,33 días a la floración.

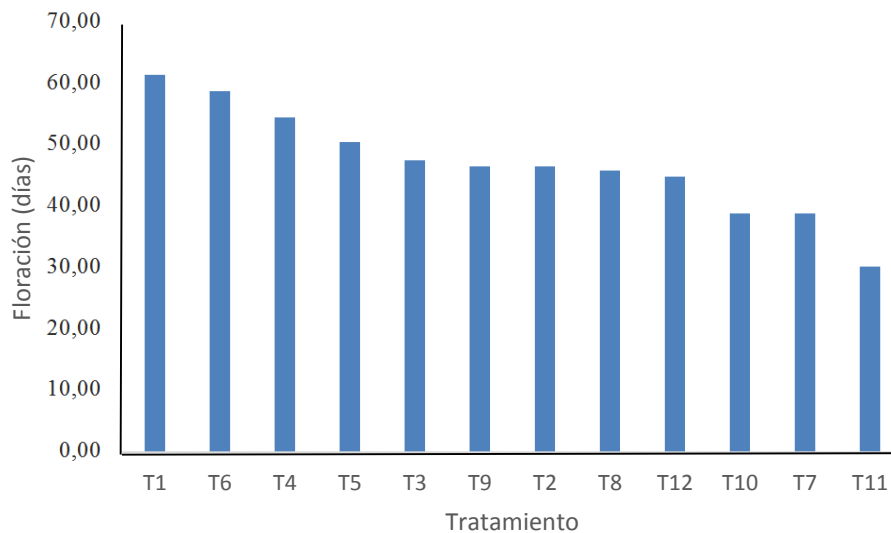


Figura 5. Evaluación de días a la floración

4.1.5 Evaluación de grano pastoso (días).

Tabla 15

Análisis de varianza de evaluación días en grano pastoso

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	2 131,56	193,78	1,65	2,27	3,14	NS
Bloque	2	502,39	251,19	2,13	3,44	5,72	NS
Error Exp.	22	2 590,94	117,77				
Total	35	5 224,89					

Nota: CV = 14,58 %; NS = no significativo

Podemos ver los resultados en la tabla 15 donde se observa el análisis de varianza que no existe diferencia entre tratamientos y en bloque, en cuanto al coeficiente de variabilidad es de 14,58 % catalogado como muy bueno por Calzada (1982).

4.1.6 Evaluación de madurez fisiológica en quinua (días).

Tabla 16

Análisis de varianza de evaluación de madurez fisiológica en plantas

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	2 200,22	200,02	1,61	2,27	3,14	NS
Bloque	2	94,89	47,44	0,38	3,44	5,72	NS
Error Exp.	22	2 734,44	124,29				
Total	35	5 029,56					

Nota: CV = 14,13 %; NS = no significativo

Los resultados se muestran en la tabla 16 donde se observa el análisis de varianza que tanto entre tratamiento y en bloques no existe diferencias. Su coeficiente de variabilidad es de 14,13 % que es muy bueno.

4.1.7 Altura de planta (cm).

Tabla 17

Análisis de varianza de altura de planta (cm)

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	2 718,22	247,11	3,26	2,27	3,14	**
Bloque	2	101,56	50,78	0,67	3,44	5,72	NS
Error Exp.	22	1 668,44	75,84				
Total	35	4 488,22					

Nota: CV = 11,34 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

El análisis de varianza para altura de planta se observa en la tabla 17, que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos en estudio, pero no existe diferencia significativa entre bloques. Presenta un coeficiente de variabilidad de 11,34 % que es muy bueno según Calzada (1982).

Tabla 18

Prueba de Tukey al 0,05 % en altura de planta (cm)

N°	Tratamiento	Promedio	Sig.	Orden mérito
1	T6	87,67	A	1°

2	T4	86,00	A	1°
3	T12	84,33	A	1°
4	T1	82,67	B	2°
5	T3	81,67	B	2°
6	T2	81,67	B	2°
7	T8	76,33	B	2°
8	T11	73,33	B	2°
9	T7	73,00	B	2°
10	T5	72,33	B	2°
11	T9	65,00	B	2°
12	T10	57,33	B	2°

La tabla 18 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística prueba de Tukey al 0,05 % vemos que el primer lugar lo obtiene el tratamiento T6 (Koito negro) con 87,67 cm que estadísticamente son diferente al resto de los tratamientos en estudio, quedando el T10 (Choclito) presentando el promedio más bajo con 57,33 cm, en las condiciones de la presente investigación de quinua.

En la figura 6 se observa que el T6 (Koito negro) presenta una altura de planta de 87,67 cm, seguido del T4 (Pasankalla) con 86,00 y teniendo en los últimos lugares a T9 (Pandela rosada) con 65,00 cm y T10 (Choclito) con 57,33 cm los que presentan plantas de menor tamaño al momento de la cosecha.

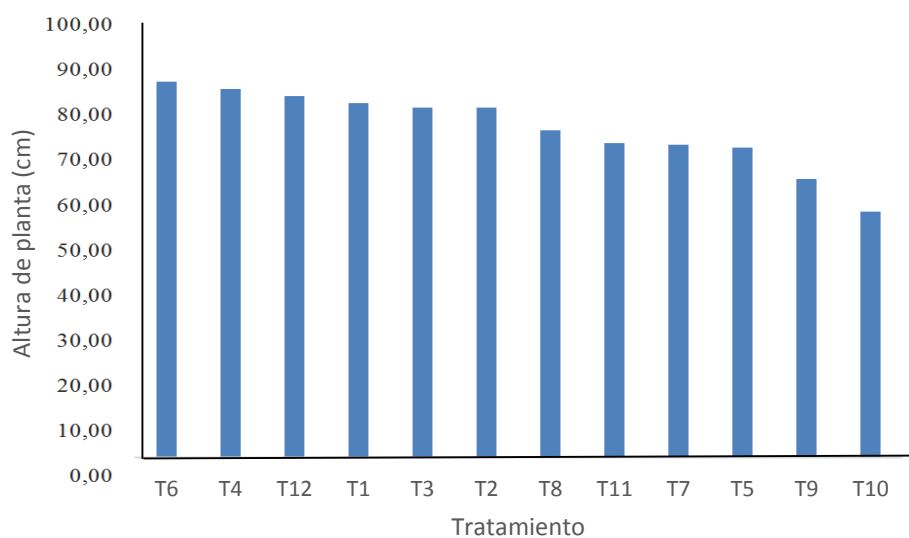


Figura 6. Evaluación altura de planta (cm)

4.1.8 Tamaño de panoja (cm).

Tabla 19

Análisis de varianza de tamaño de panoja

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	1 136,31	103,30	3,31	2,24	3,07	**
Bloque	2	93,72	46,86	1,50	3,42	5,66	NS
Error Exp.	22	686,94	31,22				
Total	35	1 916,97					

Nota: CV = 23,75 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

El análisis de varianza en tamaño de panoja que podemos observar en la tabla 19 donde, existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Mientras que entre bloques no existe diferencia. Teniendo como coeficiente de variabilidad de 23,75 % siendo considerado regular.

Tabla 20

Prueba de Tukey al 0,05 % en tamaño de panoja

N°	Tratamiento	Promedio	Sig	Orden mérito
1	T7	35,00	a	1°
2	T1	29,67	b	2°
3	T9	27,33	b	2°
4	T5	27,33	b	2°
5	T6	27,00	b	2°
6	T2	24,00	b	2°
7	T4	22,33	b	2°
8	T8	20,00	b	2°
9	T10	18,67	b	2°
10	T3	18,00	b	2°

11	T12	17,33	b	2°
12	T11	15,67	b	2°

La tabla 20 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística por medio de la prueba de Tukey al 0,05 % se observa que T7 (Huariponcho) ocupan el primer lugar con 35,00 cm que estadísticamente es diferentes con el resto de los tratamiento, quedando en último lugar los tratamientos T3 (Pasancalla), T12 (Marangani amarillo) y T11 (Blanca juli) los que muestran menor tamaño de panoja en el presente trabajo de investigación con valores de 18,00, 17,00 y 16,00 cm de tamaño de panoja.

En la figura 7 muestra que los tratamientos T7 con 35,00 cm y T1 con 29,67 cm son los que tienen un mayor tamaño de panoja, mientras que los tratamientos T12 con 17,33 cm y T11 con 15,67 cm son los que tiene el menor tamaño de panoja.

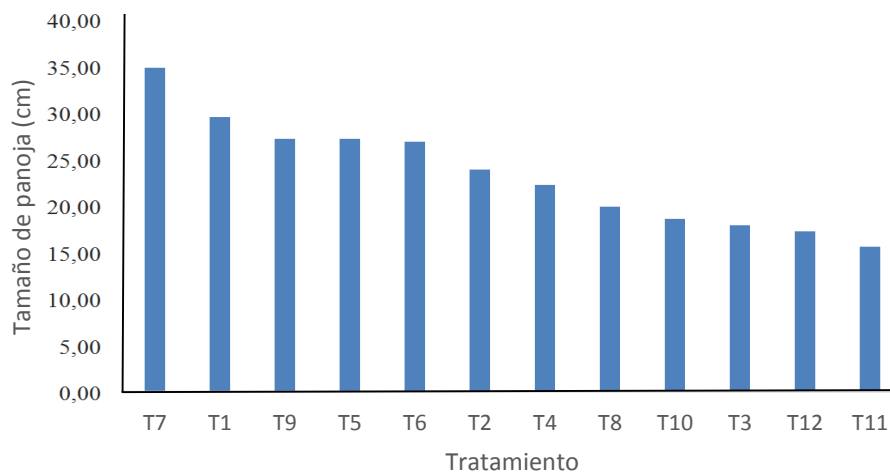


Figura 7. Evaluación sobre tamaño de panoja

4.1.9 Periodo vegetativo (días).

Tabla 21

Análisis de varianza de periodo vegetativo

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
----	----	----	----	----	----	-----

					0,05	0,01	
Tratamiento	11	4 114,22	374,02	841,55	2,24	3,07	**
Bloque	2	0,89	0,44	1,00	3,42	5,66	NS
Error Exp.	22	9,78	0,44				
Total	35	4 124,89					

Nota: CV = 0,48 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

Podemos ver los resultados en la tabla 21 donde observamos el análisis de varianza, entre tratamientos hay una diferencia altamente significativa, lo que no sucede con los bloques que muestran no tener diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad es de 0,48 % siendo catalogado como muy excelente.

Tabla 22

Prueba de Tukey al 0,05 % de periodo vegetativo

N°	Tratamiento	Promedio	Sig.	Orden mérito
1	T4	153,00	a	1°
2	T11	153,00	a	1
3	T12	153,00	a	1
4	T8	151,00	a	1
5	T9	130,00	b	2°
6	T10	130,00	b	2°
7	T7	130,00	b	2°
8	T1	130,00	b	2°
9	T2	130,00	b	2°
10	T3	130,00	b	2°
11	T5	130,00	b	2°
12	T6	130,00	b	2°

La tabla 22 muestra los resultados obtenidos según la diferencia estadística por medio de la prueba de Tukey al 0,05 % los tratamientos T4 (Pasankalla), T11 (Blanca de Juli) y T12 (Marangani amarillo) presentan la mayor cantidad de días

en el periodo vegetativo (153 días) no tienen diferencias entre sí, pero si con los demás tratamientos quedando en último lugar los tratamientos T10, T9, T7, T6, T5, T3, T2 y T1 (130 días).

En la figura 8 observamos que los tratamientos, T4 con 153 días, T11 con 153 días, T12 con 153 días y T8 con 151 días de periodo vegetativo son variedades tardías, mientras los tratamientos siguientes T10, T9, T7, T6, T5, T3, T2, y T1 presentan un periodo vegetativo de 130 días siendo estas variedades consideradas precoces.

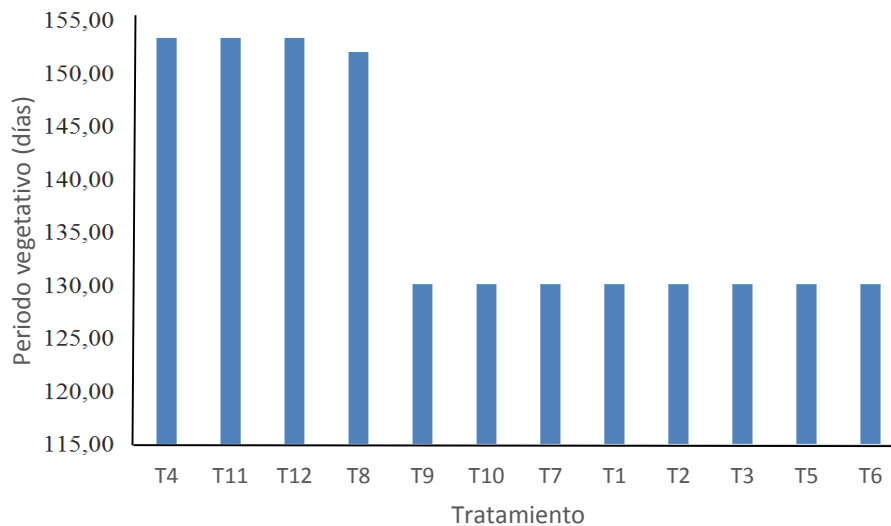


Figura 8. Días sobre periodo vegetativo

4.1.10 Rendimiento (kg/12 m²).

Tabla 23

Análisis de varianza de rendimiento de quinua en kg

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIG
					0,05	0,01	
Tratamiento	11	1,32	0,12	4,13	2,27	3,14	**
Bloque	2	0,06	0,03	1,01	3,44	5,72	NS
Error Exp.	22	0,64	0,03				
Total	35	2,02					

Nota: CV = 12,75 %;

NS = no significativo;

** = altamente significativo

En el análisis de varianza para rendimiento de quinua se puede observar en la tabla 23 que, no existe diferencia significativa entre bloques, pero si existe diferencias significativas entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad es de 12,75 % considerándose como muy bueno por Calzada (1982).

Tabla 24

Prueba de Tukey al 0,05 % en rendimiento de quinua en kg

N°	Tratamiento	Promedio	Sig.	Orden mérito
1	T3	1,65	a	1°
2	T8	1,63	a	1°
3	T5	1,50	b	2°
4	T6	1,48	b	2°
5	T4	1,40	b	2°
6	T9	1,37	b	2°
7	T1	1,23	b	2°
8	T2	1,22	b	2°
9	T11	1,20	b	2°
10	T7	1,17	b	2°
11	T12	1,15	b	2°
12	T10	1,03	b	2°

La tabla 24 muestra los resultados según la diferencia estadística por medio de la prueba de Tukey al 0,05% sobre rendimiento se observa que el tratamiento T3 (INIA 515) con 1,65 kg/12 m² ocupando el primer lugar estadísticamente siendo el mejor que los tratamiento T8 (Huariponcho), T5 (Chullpi) y T6 (Koito Negro), quedando en último lugar los tratamientos T11 (Blanca de Juli) con 1,20 kg/12 m²,

T7 (Ayrampo) 1,17 kg/12m², T12 Marangani Amarillo) 1,15 kg/12m² y T10 (Choclito) con 1,03 kg/12 m².

En la Figura 9 se observa que el T3 (INIA 515) tiene una producción de 1,65 kg, seguido por T8 (Huariponcho) con 1,63 kg. En últimos lugares tenemos a T12 (Marangani Amarillo) con 1,15 kg seguido por T10 (Choclito) con 1,03 kg. Debemos indicar que esta producción está basada en 12 m².

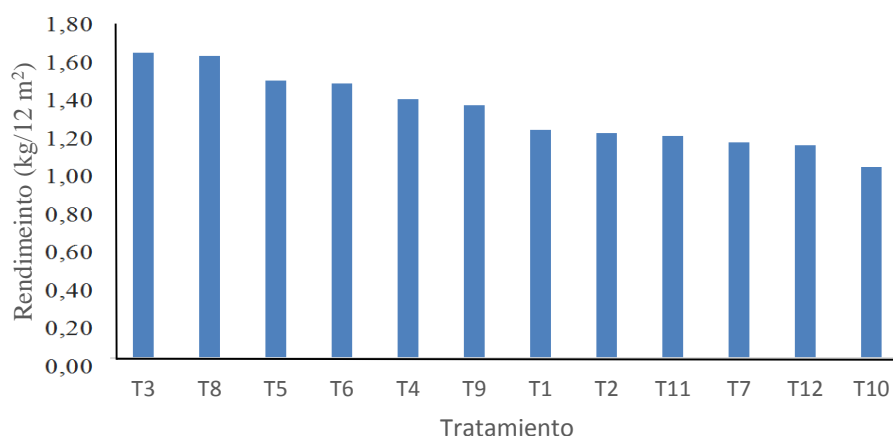


Figura 9. Rendimiento del cultivo de quinua en kg.

4.1.11 Contenido de proteína (%).

Tabla 25

Contenido de proteína en (%)

Tratamiento	Proteína (%)
T5	18,88
T3	18,69
T11	18,44
T10	18,38
T6	17,69
T9	17,44
T12	17,19
T8	17,06
T4	15,44
T1	15,19
T7	15,00
T2	13,75

En la tabla 25 del contenido de proteína para T5 (Chullpi) obtiene el mejor porcentaje de proteína con 18,88, seguido del tratamiento T3 (INIA 515) en tercer lugar quedo el tratamiento T11 con un valor de 18,44; quedando en último lugar el tratamiento T2 (INIA 431) con 13,75 de proteína.

En la figura 10, observamos menores porcentajes de proteína para los tratamientos T2 (INIA 431) y T4 (Pasankalla), mientras que los mejores contenidos de proteína lo constituyen los tratamientos T11 (Blanca de Juli) con 18,44 %, T3 INIA 515) con 18,69 % y T5 (Chullpi) con 18,88 % de proteína.

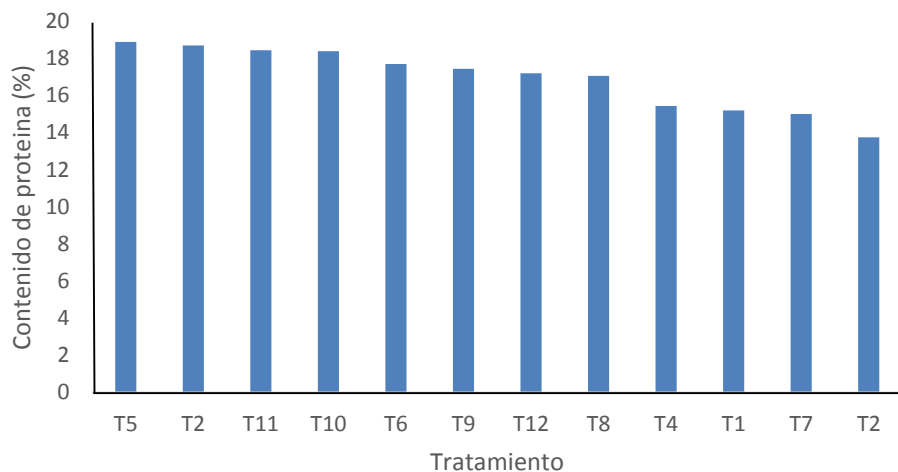


Figura 10. Contenido de proteína en variedades de quinua

4.1.12 Costo de producción (S/).

Tabla 26

Análisis de rentabilidad de quinua

Tratamiento	P. Venta. (S//kg)	Producción (kg)	Valor de producción (S/)	Costo producción (S/)	Utilidad neta (S/)	Rentabilidad (%)	Relación B/C
T1	7	1541,67	10 791,69	10 840,00	-48,31	-0,45	1,00
T2	7	1520,83	10 645,81	10 840,00	-194,19	-1,79	0,98
T3	7	2062,50	14 437,50	10 840,00	3597,50	33,19	1,33
T4	7	1750,00	12 250,00	10 840,00	1410,00	13,01	1,13
T5	7	1875,00	13 125,00	10 840,00	2285,00	21,08	1,21
T6	7	1854,17	12 979,19	10 840,00	2139,19	19,73	1,20
T7	7	1458,33	10 208,31	10 840,00	-631,69	-5,83	0,94
T8	7	2041,67	14 291,69	10 840,00	3451,69	31,84	1,32

T9	7	1708,33	11 958,31	10 840,00	1118,31	10,32	1,10
T10	7	1291,67	9041,69	10 840,00	-1798,31	-16,59	0,83
T11	7	1500,00	10 500,00	10 840,00	-340,00	-3,14	0,97
T12	7	1437,50	10 062,50	10 840,00	-777,50	-7,17	0,93

En la tabla 26, se muestra que el mejor tratamiento es el T3 (INIA 515) con una rentabilidad del 33 % seguido del T8 (Huariponcho) con 32 %, los tratamientos T12 (Marangani amarillo) con - 1,17 % y el T10 (Choclito) queda en el último lugar con una relación beneficio costo de - 1,07 %.

4.2 Contrastación de hipótesis

4.2.1 Hipótesis general.

Tras haber realizado la experimentación y la obtención de los resultados se puede afirmar y se ha podido demostrar que la variedad de quinua INIA 515 es la que obtiene el mejor rendimiento con 1,63 kg/12 m² de terreno. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna.

4.2.2 Hipótesis específicas.

Al menos una de las doce variedades de quinua presentó una mejor característica agronómica (Emergencia, presencia seis hojas verdaderas, panojamiento, floración, grano pastoso, madurez fisiológica, altura de la planta y panoja.).

En la presente investigación se comprobó que una de las doce variedades de quinua obtuvo un mayor contenido de proteína.

Se ha evidenciado que al menos una de las doce variedades de quinua con manejo apropiado del control de costos influye en determinación de costos de producción.

En cuanto a la hipótesis estadística podemos mencionar que para altura de planta se acepta la hipótesis alterna debido a que la variedad koito negro obtiene

87,63 cm siendo la mejor altura. Para el tamaño de panoja se acepta la hipótesis alterna debido a que la variedad Ayrampo obtiene 35,00 cm.

Para el contenido de proteínas acepta la hipótesis alterna debido a que la variedad Chullpi obtuvo 18,88 % de contenido de proteínas afrente de otros.

En los costos de producción se acepta la hipótesis alterna ya que la variedad INIA 515 obtuvo una rentabilidad de 33 % y una relación beneficio costo de 1,33, lo que indica de cada sol invertido se obtiene 0,33 soles de ganancia.

4.3 Discusión de resultados

4.3.1 Característica agronómica.

Hanco y Sucari (2017) en su trabajo mencionan que la capacidad germinativa y la precocidad de ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) empleados para la mejora genética en el (CIP Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano), que fue realizado en el laboratorio del área Ecología LAO38 de la Facultad Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, siendo el objetivo general la determinación de la capacidad germinativa y precocidad de las ocho variedades; Salcedo-INIA (SAL), Huariponcho, Choclito, Chullpi Rojo, Pasankalla, Negra Collana. Kcancolla y Pandela Rosada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) empleados para la mejora genética en el (CIP Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano) y como objetivos específicos: a) Determinar la precocidad germinativa de las variedades; Salcedo-INIA y Pandela Rosada con respecto a las otras variedades. b) Determinar la capacidad germinativa de las variedades; Salcedo INIA y Pandela Rosada con respecto a las otras variedades. Para lo cual cada prueba realizada tiene como duración 72 horas en los que se consideran la precocidad germinativa y la capacidad germinativa siendo en total

tres días de realización experimental. Se concluyó que la precocidad germinativa de las variedades INIA Salcedo y Pandela Rosada con respecto a las otras variedades son más efectivas es decir tienen mayor precocidad germinativa, así como la capacidad germinativa de las variedades INIA Salcedo y Pandela Rosada con respecto a las otras variedades son más efectivas es decir poseen mayor capacidad germinativa, similarmente en mi trabajo se ha presentado de las doce variedades 10 tiene mayor porcentaje de emergencia.

En su investigación Osco (2009) mencionando (floración, altura de planta y panoja) indica que la planta a medida que desarrolla tiende a desplegarse en longitud conjuntamente con la panoja, pero esto a su vez influenciado por el factor edafoclimático, asimismo Mujica et al. (2001), afirma que la panoja en cuanto a su tamaño puede porque dependa del genotipo, variedad, ámbito donde se cultiva y condiciones de fertilidad de suelo. En el trabajo realizado, en la figura 4 se observa que el tratamiento T4, es el que obtiene el mejor resultado con 27,3 días al panojamiento, seguido de T8 con 25,3 días; en la figura 5 observamos que el tratamiento T1 (Altiplano) presenta el mejor promedio con 61,67 días en la etapa de floración seguido del T6 (Koito negro) con 59,00 cm y en los últimos lugares el T10 (Choclito) con 39,00 días y el T11 (Blanca de juli) con 30,33 días a la floración; En la figura 7 muestra que los tratamientos T7 con 35,00 cm y T1 con 29,67 cm son los que tienen un mayor tamaño de panoja, mientras que los tratamientos T12 con 17,33 cm y T11 con 15,67 cm son los que tiene el menor tamaño de panoja. Por lo indicado anteriormente debo manifestar que si se tiene relación con respecto al desarrollo de la planta y la panoja para la obtención de la producción por clase de variedad y la fertilidad del suelo.

Salazar (1994), evaluó la fenología de 20 genotipos de quinua en el distrito de Anta en el Departamento de Ancash - Perú. En cuanto a la fenología precisó cinco etapas que fueron: germinación, dos pares de hojas verdaderas, panojamiento, floración y maduración. El promedio de los 20 genotipos en cuanto a las unidades de calor acumulados en grados día fueron: 57,93; 147,69; 487,70; 629,19 y 1068,60 respectivamente. Utilizó como temperatura base 10 °C. En el presente experimento, los grados día acumulados para el inicio de cada fase fueron: germinación (47,43 °C), dos hojas verdaderas (101,79 °C), inicio de piramidación (panojamiento) (418,13 °C), inicio de floración (582,36 °C) y madurez fisiológica (1709,42 °C) (grados día a la culminación). Los genotipos presentaron valores menores que los señalados, para todas las fases a excepción de la madurez fisiológica.

4.3.2 Rendimiento.

Zegarra (2018) determinó que los meses de siembra más adecuados, corresponden a las estaciones de otoño-invierno, por sus características de clima favorable para el cultivo de quinua, siendo los meses más preferidos: marzo con 21,6 %, abril 30,6 %, mayo 11,2 %, junio 9,7 %, julio 8,2 % y en agosto 9,7 %. Entre los factores que favorecen el buen rendimiento de la quinua en la irrigación de Majes, podemos considerar la altitud, el nivel tecnológico aplicado para el manejo del cultivo, el sistema de riego por goteo, menor tiempo en el desarrollo del cultivo que se traduce entre 3,5 meses, las variedades de quinua más promisoras resultaron ser: INIA Salcedo, con un 70,1 % de siembra, seguido muy lejos en la preferencia por Pasankalla con un 20,1 %, Blanca de Juli con 6,0 %, Negra Collana con 2,2 % y Real con apenas 1,5 %. Como consecuencia del análisis de todos los factores

abióticos y bióticos que afectan al cultivo de quinua, se determinó que los meses de siembra más rentables resultaron ser: marzo con una rentabilidad de 36,37 %, abril 31,39 %, mayo 27,31 % y junio con 29,56 %.

De igual forma el T3 (INIA 515) también denominado Salcedo INIA tiene una producción de 1,65 kg, seguido por T8 (Huariponcho) con 1,63 kg. En últimos lugares tenemos a T12 (Marangani amarillo) con 1,15 kg seguido por T10 (Choclito) con 1,03 kg. Debemos indicar que esta producción es en 12 m².

4.3.3 Contenido de proteína (%).

Arisaca (2016) determinó la capacidad antioxidante (CA), disponibilidad de litio (DL) y sus características fisicoquímicas en los procesos agroindustriales de perlado, molienda y extruido (temperatura 150 °C y 160 °C, y humedad 12 % y 14 %) en la quinua ecotipo Ayara (EA) y variedad INIA 420 Negra Collana (NC), ambos de color negro. Los resultados obtenidos en la capacidad antioxidante después del proceso de perlado indican que el EA (1560 ug/ml DPPH) es mayor a la NC (1056 ug/ml DPPH), en la molienda el EA presentó 1946 ug/ml DPPH y la NC 1939 ug/ml DPPH, no encontrándose diferencia estadística significativa ($\alpha=0,05$). Al evaluar el efecto de la temperatura y humedad en el extruido, el EA presentó valores entre 3077 ug/ml DPPH (T1-150 °C/12 %h) y 3603 ug/ml DPPH (T3-160 °C/12 %h), y la NC entre 3173 ug/ml DPPH (T6-150 °C/14 %h) a 3518 ug/ml DPPH (T8-160 °C/14 %h). En cuanto a la disponibilidad de litio en el perlado, el EA (2,0245 ppm) fue superior a la NC (1,4886 ppm); de igual forma en la molienda el EA presentó 3,0130 ppm, respecto a la NC con 1,5339 ppm, en ambos procesos se encontró una diferencia estadística significativa; en el extruido el EA presentó valores entre 3,6193 ppm (T1-150 °C/12 %h) y 5,7647 ppm (T3-

160 °C/12 %h), mientras que la NC osciló entre 2,3735 ppm (T7- 160 °C/12 %h) y 5,3381 ppm (T8-160 °C/14 %h). Las características fisicoquímicas durante los tres procesos presentaron valores más altos en la NC que el EA, en referencia a la proteína. El estudio demostró la presencia de litio y antioxidantes en el EA y NC, y que a mayor nivel de transformación la CA, DL y características fisicoquímicas, se incrementan, principalmente debido al almacenamiento prolongado, fraccionamiento del grano, reacción de Maillard, litio en el agua, y relación inversa de humedad.

Con respecto del trabajo realizado en la figura 10, podemos decir los menores porcentajes de proteína son para los tratamientos T2 (INIA 431) y T4 (Pasankalla), mientras que los mejores contenidos de proteína lo constituyen los tratamientos T11 (Blanca de Juli) con 18,44, T3 INIA 515) con 18,69 y T5 (Chullpi) con 18,88 % de proteína.

4.3.4 Costo de producción (S/).

Cayra (2017) indica que los costos de producción, rentabilidad y la proposición de un sistema de costos para los productores de quinua de las organizaciones y comunidades del trabajo de investigación se puede indicar que la asociación de productores agropecuarios Primer Chimpa Jallapisi, tuvo un costo total de producción S/ 3524,00 para lo cual generó una venta S/11 000,00 y la asociación de productores orgánicos Granos Andinos San Juan de Dios, tuvo un costo total de producción S/ 3450,00 para lo cual generó una venta de S/ 10 000,00; la comunidad campesina Macaya Piripirini tuvo un costo total de producción S/ 1949,00 para lo cual generó una venta S/ 2800,00 y la comunidad campesina Asillo Pampa Grande, tuvo un costo total de S/ 1870,00 para lo cual generó una venta de S/ 2400,00. La

rentabilidad de las organizaciones: asociación de productores agropecuarios Primer Chimpa Jallapisi, muestra un resultado de 312,14 % y la asociación de productores orgánicos Granos Andinos San Juan de Dios, muestra un resultado de 289,85 % interpretándose como excelente de acuerdo a la escala de Shepherd (2003), la rentabilidad de las comunidades Macaya Piripirini muestra un resultado de 128,34 % y Asillo Pampa Grande muestra un resultado de 143,66 % interpretándose como bueno de acuerdo a la escala de Shepherd, (2003), lo que garantiza el ciclo productivo por campaña anual.

En la tabla 26, se muestra que el mejor tratamiento es el T3 (INIA 515) con una rentabilidad del 33,19 % seguido del T8 (Huariponcho) con 31,84 %, los tratamientos T12 (Marangani amarillo) con - 7,17 % y el T10 (Choclito) queda en el último lugar en relación costo beneficio siendo - 16,59 %.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. De las doce variedades de quinuas estudiadas la que obtiene el mejor rendimiento es la variedad INIA 515 con 1375,00 kg/ha seguido de la variedad Huariponcho con 1358,33 kg/ha.

Segunda. En cuanto a altura de planta la T6 ((Koito Negro) y T4 (Pasankalla) tuvieron 87,67 y 86,00 cm respectivamente; en tamaño de panoja T7 (Ayrampo) y T1 (Altiplano) con 33,00 y 31,00 cm cada uno y menor periodo vegetativo con los tratamientos T10 (Choclito), T9 (Pandela Rosada), T7 (Ayrampo), T6 (Koito Negro), T5 (Chullpi), T3 (INIA 515), T2 (INIA 431 Altiplano) y T1 (Altiplano) en 130 días todas fueron cosechadas.

Tercera. En cuanto al contenido de proteína los mejores valores lo obtienen las variedades T5 (Chullpi), T3 (INIA 515), T10 (Choclito) y T11 (Blanca de Juli), con valores de 18,88, 18,69, 18,44 y 18,38 % la variedad INIA 431 altiplano quedando en último lugar con 13,75 %.

Cuarta. Las mejores variedades en cuanto a los costos de producción son las variedades INIA 515 y Huariponcho con ganancias de 0,33 y 0,32 soles por un sol invertido.

5.2 Recomendaciones.

Primera. Realizar estudios de otras variedades de quinua para determinar su adaptabilidad a Moquegua.

Segunda. Realizar otras investigaciones en cuanto a contenido de proteína con otras variedades en la región de Moquegua.

Tercera. Continuar con la siembra de la quinua por ser un alimento rico en proteínas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Recuperado <https://www.fao.org/3/as890s/as890s.pdf>
- Arana, J. (2015). *Comparativo de 10 variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en siembra de primavera, en el centro experimental agrícola III Los Pichones – Tacna*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Arisaca, A. (2016). *Capacidad antioxidante de tres procesos agroindustriales de la quinua (Chenopodium quinoa Willd) ecotipo Ayara y variedades INIA 420 Negra Collana y disponibilidad de litio*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Calzada, J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima, Perú: Editorial Jurídica.
- Calzada, J. (1989). *Variedades de quinua recomendadas para los sembríos de la sierra*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura.
- Canahua, A. y Mujica, A. (1989). *Fases fenológicas del cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa Willdenow)*. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_fenologa_de_cuatro_ecotipos_de_quinua__chenopo.pdf
- Cárdenas, G. (1999). *Selección de cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Por su resistencia a la sequía* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Carrasco, R. (1992). *Cultivos andinos y la alimentación infantil*. Recuperado de

<http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=24095>

Carrillo, A. (1992). *Anatomía de la semilla de Chenopodium berlandieri ssp. nuttalliae (Chenopodiaceae) Huauzontle* (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados, Centro de Botánica, Montecillo, México.

Cayra, N. (2017). *Costos de producción y rentabilidad del cultivo de quinua en la provincia de Azángaro, periodo 2014 – 2015*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Puno, Perú.

Cerón, E. (2002). *La Quinua, Un cultivo para el Desarrollo de la Zona Andina*. Pasto, Colombia: Editorial UNIGRAF Litografía.

De la Torre, J. (2001). *Experiencias uso actual y potencial de quinua en Chile*. Recuperado de https://www.pucv.cl/uuaa/site/docs/20180316/20180316172222/42_11.pdf

Ecuarural. (2001). *Manual de producción de quinua de calidad en Ecuador*. Recuperado de www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/manual-quinua.htm/2001.

Estación Experimental Agraria Illpa. (2013). *Quinua INIA 431*. Recuperado de <https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/quinua/Quinua-IllpaINIA.pdf>

Estrada, R. (2013). *Cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en la región Cusco, PNIA cultivos andinos, Estación Experimental Agraria Andenes – INIA, Cusco*. Recuperado de <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1485>

- Flores, J. (2014). *Evaluación de rendimiento de once variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el distrito de Carumas, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua*. (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
- Flores, L. (2014). *Evaluación del rendimiento de once variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.), en el centro poblado menor los Ángeles, provincia mariscal Nieto. Región Moquegua*. (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
- Flores, R. (2016). *Comportamiento agronómico de nueve variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo condiciones de zonas áridas en la irrigación Majes*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Frere, M. (1975). *Estudio Agroclimatológico de la Zona Andina*. Recuperado de https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=7512
- Gallardo, M. (1997). *Morfología del fruto y semilla de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/lilloa/articulo/morfologia-del-fruto-y-semilla-de-chenopodium-quinoa-willd-quinoa-chenopodiaceae>
- Hanco, E., y Sucari B. (2017). Precocidad y capacidad germinativa de las ocho variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) utilizando para el mejoramiento genético en el CIP Camacani. *Revista de Investigación de la Escuela de Post Grado Universidad Nacional del Altiplano*, 6(1), 1-3.
- Hernández, J., y León, J. (1992). *Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492*. Recuperado de <https://www.fao.org/3/t0646s/t0646s.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario*. INEI. Recuperado de <http://www.cepal.org/celade/redatam/>.
- Juvenal, M. (2003). *Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú Descripción, manejo y producción, Puno – Perú*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/24569369/Cultivo-de-la-Quinoa-en-Puno-Peru-Leon-H-Juvenal-RM>
- Koziol, J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa. *Journal Food Composition and Analysis*, 5(10), 35-68.
- Laboratorio ambiental San Agustín de Torata. (2017). *Informe de ensayo N° S-006/2017*. Moquegua, Perú.
- Lescano, J. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivos alto andino: quinoa, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca*. Puno, Perú: Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PEL T-COTES U.
- Marca, J. (2015). *Evaluación de rendimiento de ocho variedades de quinoa (Chenopodium quinoa Willd) en el valle de Tumulaca distrito de Torata, provincia mariscal Nieto Región Moquegua*. (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2013). *Estadística del cultivo de quinoa en el Perú*. Recuperado de <http://www.minag.gob.pe/portal>
- Mujica, A. (1983). *Selección de Variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) en Chapingo*, (Tesis de maestría) Colegio de Postgraduados, Centro de Genética, Chapingo, México.

- Mujica, A. (1988). *Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (Chenopodium quinoa Willd.)* (Tesis de Doctorado). Colegio de Postgraduados, Centro de Genética, Montecillo, México.
- Mujica, A. (1998). *Cultivo de Quinua*. INIA. Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria.
- Mujica, A. (2013). *Producción orgánica de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Mujica, A., y Jacobsen, S. (2000). *Resistencia a la sequía de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Mujica, A., Jacobsen, S., Izquierdo, J., y Marathee, J. (2001). *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/home03.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *Contenido de Aminoácidos de los Alimentos y datos biológicos sobre las proteínas*. Recuperado de <https://www.fao.org/3/y4705s/y4705s.pdf>
- Oscó, V. (2009). *Productividad de variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) con la aplicación de diferentes niveles de fertilización orgánica en la localidad de Tiwanacu* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Rasmussen, C., Lagnaoui, A., y Esbjerg, P. (2000). Advances in the Knowledge of Quinoa Pests. *Food Review International New York*, 19(1-2), 15-20.

- Rosas, G. (2015). *Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo dos sistemas de cultivo en la Unión – Leticia, Tarma*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Salazar, S. (1994). *Comparativa de la fenología de 20 genotipos de Quinua (Chenopodium quinoa Wild) en condiciones del callejón de Huaylas*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2017). *Temperatura máxima, mínima y humedad relativa*. Recuperado de www.tacna.senamhi.gob.pe/
- Soto, M. (2010). *Granos andinos avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia*. Recuperado de https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Granos_andinos__avances__logros_y_experiencias_desarrolladas_en_quinua__ca%C3%B1ahua_y_kiwicha_en_Per%C3%BA_1412.pdf
- Tapia, M. (2013). *Las razas de quinuas en el Perú*. Recuperado de https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/cquinua/libro_anho_internacional_de_la_quinua_2013.pdf
- Vásquez, D. (2017). *Estudio comparativo en rendimiento de quinua variedad INIA 415 Pasankalla (Chenopodium quinoa), con niveles de fertilización sintético. En la localidad Cocairo – Kaquiabamba – Andahuaylas*. (Tesis de pregrado) Universidad Tecnológica de los Andes de Abancay – Apurímac, Perú.

Zegarra, J. (2018). *La rentabilidad del cultivo de quinua en diferentes periodos de siembra en la irrigación majes, durante la campaña 2016* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.