

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ VARIEDADES DE  
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) BAJO DOS SISTEMAS DE  
CULTIVO EN LA UNIÓN-LETICIA, TARMA”**

**Presentado por:**

**GERALDO FERNANDO ROSAS HUARINGA**

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

**Lima – Perú  
2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ VARIEDADES DE  
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) BAJO DOS SISTEMAS DE  
CULTIVO EN LA UNIÓN-LETICIA, TARMA”**

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

**GERALDO FERNANDO ROSAS HUARINGA**

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

-----  
Dra. Luz Gómez Pando  
PRESIDENTE

-----  
Dr. Jorge Jiménez Dávalos  
PATROCINADOR

-----  
Ing. Mg. Sc. Patricia Rodríguez Quispe  
MIEMBRO

-----  
Ing. Saray Siura Céspedes  
MIEMBRO

**Lima – Perú**

**2015**

FOL.  
R68  
T

## INDICE GENERAL

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	3.1 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE QUINUA.....	4
	3.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	5
	3.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	5
	3.4 CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA.....	7
	3.5 FENOLOGÍA O FASES DE DESARROLLO.....	8
	3.6 FISIOLÓGÍA DE LA QUINUA A FACTORES ABIÓTICOS.....	9
	3.6.1 RESPUESTA A LA SEQUÍA.....	10
	3.6.2 RESPUESTA A LAS HELADAS.....	10
	3.6.3 RESPUESTA A LA SALINIDAD.....	11
	3.7 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.....	12
	3.8 EL CULTIVO DE QUINUA EN EL PERÚ.....	12
	3.9 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y PROBLEMÁTICA.....	15
	3.9.1 TRABAJOS SOBRE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN QUINUA.....	16
	3.10 VARIEDADES DE QUINUA DEL PERÚ.....	17
	3.10.1 KANCOLLA.....	18
	3.10.2 BLANCA DE JULI.....	19
	3.10.3 CHEWECA.....	19
	3.10.4 BLANCA DE JUNÍN.....	20
	3.10.5 BLANCA DE HUALHUAS.....	20
	3.10.6 AMARILLA DE MARANGANI.....	21
	3.10.7 SALCEDO-INIA.....	22
	3.10.8 INIA-QUILLAHUAMÁN.....	22
	3.10.9 ILLPA-INIA.....	23
	3.10.10 INIA-415 PASANKALLA.....	23
	3.10.11 INIA-420 NEGRA COLLANA.....	24
	3.10.12 INIA-427 AMARILLA SACACA.....	25
	3.10.13 INIA-431 ALTIPLANO.....	25
	3.11 MANEJO DEL CULTIVO DE QUINUA.....	26
	3.11.1 PREPARACIÓN DEL SUELO.....	26
	3.11.2 SEMILLA.....	27
	3.11.3 SIEMBRA.....	28
	3.11.4 FERTILIZACIÓN.....	29
	3.11.5 LABORES CULTURALES.....	30
	3.11.6 COSECHA.....	31
	3.12 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA QUINUA.....	31
	3.12.1 PLAGAS DE LA QUINUA.....	31
	3.12.2 ENFERMEDADES DE LA QUINUA.....	33

43808

IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
4.1	ÁREA DE EXPERIMENTACIÓN.....	35
4.1.1	UBICACIÓN.....	35
4.1.2	HISTORIAL DEL CAMPO.....	35
4.1.3	CLIMA.....	35
4.1.4	SUELO.....	36
4.2	MATERIALES.....	36
4.3	METODOLOGÍA.....	36
4.4	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
4.5	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	39
4.6	CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	39
4.6.1	ENSAYO 1: SISTEMA TRADICIONAL.....	39
4.6.2	ENSAYO 2: SISTEMA DE TECNOLOGÍA MEDIA.....	42
4.7	PARÁMETROS EVALUADOS.....	43
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
5.1	SISTEMA DE CULTIVO TRADICIONAL.....	45
5.1.1	RENDIMIENTO DE GRANO (Kg./ha).....	45
5.1.2	ALTURA DE PLANTA (cm.).....	46
5.1.3	TAMAÑO DE PANOJA (cm.).....	47
5.1.4	PESO DE 1000 GRANOS (g.).....	49
5.1.5	PORCENTAJE DE PROTEÍNA.....	50
5.2	SISTEMA DE CULTIVO DE TECNOLOGÍA MEDIA.....	51
5.2.1	RENDIMIENTO DE GRANO (Kg./ha).....	51
5.2.2	ALTURA DE PLANTA (cm.).....	52
5.2.3	TAMAÑO DE PANOJA (cm.).....	53
5.2.4	PESO DE 1000 GRANOS (g.).....	54
5.2.5	PORCENTAJE DE PROTEÍNA.....	55
5.3	ANÁLISIS COMBINADO DE SISTEMAS DE CULTIVO.....	57
5.3.1	RENDIMIENTO DE GRANO (Kg./ha).....	57
5.3.2	ALTURA DE PLANTA (cm.).....	59
5.3.3	TAMAÑO DE PANOJA (cm.).....	60
5.3.4	PESO DE 1000 GRANOS (g.).....	62
5.3.5	PORCENTAJE DE PROTEÍNA.....	63
5.4	DÍAS A LA FLORACIÓN.....	65
5.5	INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	66
5.6	GRANULOMETRÍA.....	69
5.7	COSTO DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD.....	70
VI.	CONCLUSIONES.....	87
VII.	RECOMENDACIONES.....	88
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
IX.	ANEXOS.....	94

## INDICE DE TABLAS

Cuadro 1: Contenido de aminoácidos esenciales (g. /100 g. de proteína) de la quinua y otros granos.....	4
Cuadro 2: Coloración en el fruto y grano de la quinua.....	7
Cuadro 3: Fases fenológicas del cultivo de la quinua.....	9
Cuadro 4: Distribución de superficie de quinua cultivada en el Perú. Año 2011.....	13
Cuadro 5: Serie histórica de la superficie cosechada, producción y rendimiento de quinua en el Perú. Periodo 1951 al 2014.....	14
Cuadro 6: Características de las variedades de quinua utilizadas en la investigación.....	37
Cuadro 7: Sistemas de cultivo utilizados en la investigación.....	38
Cuadro 8: Características de la parcela experimental.....	39
Cuadro 9: Distribución de parcelas en los dos sistemas de cultivo.....	40
Cuadro 10: Rendimiento promedio de grano (kg./ha) y significación de prueba Tukey de los tratamientos en el sistema tradicional.....	45
Cuadro 11: Altura de planta promedio (cm.) y significación de prueba Tukey de los tratamientos en el sistema tradicional.....	46
Cuadro 12: Longitud de panoja promedio (cm.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema tradicional.....	47
Cuadro 13: Diámetro promedio de panoja (cm.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema tradicional.....	48
Cuadro 14: Peso promedio de 1000 granos (g.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema tradicional.....	49
Cuadro 15: Porcentaje de proteína promedio y significación de la prueba Tukey en el sistema tradicional.....	50
Cuadro 16: Rendimiento promedio de grano (kg./ha) y significación de prueba Tukey de los tratamientos en el sistema de tecnología media.....	51
Cuadro 17: Altura de planta promedio (cm.) y significación de prueba Tukey de los tratamientos en el sistema de tecnología media.....	52
Cuadro 18: Longitud de panoja promedio (cm.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema de tecnología media.....	53

Cuadro 19: Diámetro promedio de panoja (cm.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema de tecnología media.....	54
Cuadro 20: Peso promedio de 1000 granos (g.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema de tecnología media.....	55
Cuadro 21: Porcentaje de proteína promedio y significación de la prueba Tukey en el sistema de tecnología media.....	56
Cuadro 22: Rendimiento promedio (Kg./ha) y significación Tukey de los tratamientos...	57
Cuadro 23: Rendimiento promedio (kg./ha) y significación Tukey de los sistemas de cultivo.....	58
Cuadro 24: Altura de planta promedio (cm.) y significación Tukey de los tratamientos...	59
Cuadro 25: Altura de planta promedio (cm.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo.....	60
Cuadro 26: Longitud de panoja (cm.) y significación Tukey de los tratamientos.....	60
Cuadro 27: Longitud de panoja (cm.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo...	61
Cuadro 28: Diámetro de panoja (cm.) y significación Tukey de los tratamientos.....	61
Cuadro 29: Diámetro de panoja (cm.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo...	62
Cuadro 30: Peso de 1000 granos (g.) y significación Tukey de los tratamientos.....	62
Cuadro 31: Peso de 1000 granos (g.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo...	63
Cuadro 32: Porcentaje de proteína y significación Tukey de los tratamientos.....	63
Cuadro 33: Porcentaje de proteína y significación Tukey de los sistemas de cultivo.....	64
Cuadro 34: Número de días transcurridos para la floración y madurez fisiológica de las plantas en los sistemas de cultivo.....	65
Cuadro 35: Porcentaje de área foliar afectada en las variedades de quinua por <i>Peronospora variabilis</i> .....	67
Cuadro 36: Porcentaje de cantidad de grano de cada variedad según el tamiz.....	69
Cuadro 37: Costo de producción del sistema de cultivo tradicional.....	72
Cuadro 38: Costo de producción del sistema de cultivo de tecnología media.....	73
Cuadro 39: Rentabilidad de las variedades de quinua bajo el sistema de cultivo tradicional.....	74
Cuadro 40: Rentabilidad de las variedades de quinua bajo el sistema de cultivo de tecnología media.....	75

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Panoja de la variedad Kancolla.....	18
Figura 2: Panoja de la variedad Blanca de Juli.....	19
Figura 3: Panoja de la variedad Blanca de Hualhuas.....	20
Figura 4: Panoja de la variedad Amarilla de Marangani.....	21
Figura 5: Panoja de la variedad Salcedo-INIA.....	22
Figura 6: Panoja de la variedad Illpa-INIA.....	23
Figura 7: Panoja de la variedad Pasankalla.....	24
Figura 8: Panoja de la variedad Negra Collana.....	24
Figura 9: Panojas maduras de la variedad Amarilla Sacaca.....	25
Figura 10: Panoja madura de la variedad INIA-Altiplano.....	26
Figura 11: Síntoma del mildiú en algunas variedades de quinua (Fuente: Danielsen).....	34
Figura 12: <i>Diabrotica</i> sp. y <i>Astylus</i> sp. en el cultivo de quinua.....	66
Figura 13: Área foliar afectada por mildiú en algunas variedades de quinua.....	68
Figura 14: Fenología de quinua de la variedad Blanca de Hualhuas.....	77
Figura 15: Fenología de quinua de la variedad Rosada de Huancayo.....	78
Figura 16: Fenología de quinua de la variedad Pasankalla.....	79
Figura 17: Fenología de quinua de la variedad Kancolla.....	80
Figura 18: Fenología de quinua de la variedad Illpa-INIA.....	81
Figura 19: Fenología de quinua de la variedad Blanca de Juli.....	82
Figura 20: Fenología de quinua de la variedad Salcedo-INIA.....	83
Figura 21: Fenología de quinua de la variedad Negra Collana.....	84
Figura 22: Fenología de quinua de la variedad INIA-Altiplano.....	85
Figura 23: Fenología de quinua de la variedad Amarilla de Marangani.....	86

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Promedios mensuales de las variables meteorológicas de la Estación Tarma, durante el periodo 1981-2010.....	94
ANEXO 2: Análisis de Caracterización de Suelos.....	95
ANEXO 3: Análisis de variancia del rendimiento de grano (kg./ha) en el sistema tradicional.....	96
ANEXO 4 Análisis de variancia de altura de planta (cm.) en el sistema tradicional.....	96
ANEXO 5: Análisis de variancia de la longitud de panoja (cm.) en el sistema tradicional.....	96
ANEXO 6: Análisis de variancia del diámetro de panoja (cm.) en el sistema tradicional.	96
ANEXO 7: Análisis de variancia del peso de 1000 granos (g.) en el sistema tradicional..	97
ANEXO 8: Análisis de variancia del porcentaje de proteínas de grano en el sistema tradicional.....	97
ANEXO 9: Análisis de variancia del rendimiento de grano (kg./ha) en el sistema de tecnología media.....	97
ANEXO 10: Análisis de variancia de la altura de planta (cm.) en el sistema de tecnología media.....	97
ANEXO 11: Análisis de variancia de la longitud de panoja (cm.) en el sistema de tecnología media.....	98
ANEXO 12: Análisis de variancia del diámetro de panoja (cm.) en el sistema de tecnología media.....	98
ANEXO 13: Análisis de variancia del peso de 1000 granos (g.) en el sistema de tecnología media.....	98
ANEXO 14: Análisis de variancia del porcentaje de proteínas en el sistema de tecnología media.....	98
ANEXO 15: Análisis combinado de variancia del rendimiento de grano (kg./ha).....	99
ANEXO 16: Análisis combinado de variancia de la altura de planta (cm.).....	99
ANEXO 17: Análisis combinado de variancia de la longitud de panoja (cm.).....	99
ANEXO 18: Análisis combinado de variancia del diámetro de panoja (cm.).....	100
ANEXO 19: Análisis combinado de variancia del peso de 1000 granos (g.).....	100
ANEXO 20: Análisis combinado de variancia del porcentaje de proteínas del grano.....	100
ANEXO 21: Caracterización de las variedades Blanca de Hualhuas y Rosada de Huancayo.....	101
ANEXO 22: Caracterización de las variedades Pasankalla y Kancolla.....	105
ANEXO 23: Caracterización de las variedades Illpa-INIA y Blanca de Juli.....	109
ANEXO 24: Caracterización de las variedades Salcedo-INIA y Negra Collana.....	113
ANEXO 25: Caracterización de las variedades INIA-Altiplano y Amarilla de Marangani.....	117



## I. RESUMEN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo de creciente importancia y demanda en el mercado nacional y extranjero por su potencial denominación como cultivo para la seguridad alimentaria mundial, debido a que puede ser producido en distintas regiones geográficas y a que posee un alto contenido de aminoácidos esenciales. Así, se realizó una investigación en el distrito de La Unión-Leticia de la provincia de Tarma, región Junín, siendo ésta una localidad nueva para el cultivo, donde se evaluaron agronómica y económicamente diez variedades de quinua manejadas bajo dos sistemas de cultivo. Los objetivos del trabajo estuvieron dirigidos en estudiar los efectos de estos sistemas de cultivo en el crecimiento y desarrollo de las plantas de cada variedad, en la calidad de grano final y en el aspecto económico. Utilizando el diseño estadístico de bloques completos al azar se estableció dos ensayos que correspondieron a los sistemas de cultivo, denominados tradicional y de tecnología media, siendo las diez variedades de quinua los tratamientos que se cultivaron bajo tres repeticiones. Los sistemas de cultivo difirieron en la forma de preparación del suelo, nivel de fertilización y densidad de plantas. Las variables establecidas en la investigación fueron: rendimiento de grano, altura de planta, tamaño de panoja, peso de 1000 granos y porcentaje de proteínas. Asimismo, se evaluaron los días a la floración, la granulometría, el aspecto sanitario y la rentabilidad del cultivo. Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el análisis de variancia y la prueba de medias Tukey. El sistema de tecnología media fue superior al sistema tradicional, obteniéndose mayores rendimientos, calidad de grano y rentabilidad. Las variedades de quinua: Amarilla de Marangani, Blanca de Hualhuas, INIA-Altiplano e Illpa-INIA sobresalieron con respecto a las demás, al alcanzar mayores rendimientos, mayor tamaño de grano, mayor contenido proteico de grano y mayor rentabilidad.

**Palabras claves:** Quinua, variedades, sistemas de cultivo, periodo vegetativo

**AGRONOMIC EVALUATION OF TEN QUINOA VARIETIES (*Chenopodium quinoa* Willd.) UNDER TWO CROPPING SYSTEMS IN THE UNION - LETICIA, TARMA**

**Abstract**

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) is a crop of increasing importance and high demand in the domestic and international markets due to designation as a crop for global food security. Quinoa can be produced in different geographical regions and have a high content of essential amino acids. This investigation was carried out in the district of La Union-Leticia province of Tarma, Junín Region, where quinoa is first time growing this being a new locality for cultivation, in this way quinoa is going to contribute agronomically and economically to development of the town. Ten released varieties of quinoa were planted and evaluated under two cropping systems. The objectives of this work were to study the cultivar response to effects of these cropping systems in the growth and development of plants and to economical contribution. The Complete Randomized Block Design were used for cropping systems, traditional vs medium technology, having three replications. The quinoa cropping systems differed in the form of soil preparation, fertilization level and density of plants. The variables analyzed were: grain yield, plant height, panicle size, weight of 1000 grains and protein levels. Also, days to flowering, grain size, the sanitary aspect and profitability of the crop were evaluated. The results were analyzed using analysis of variance and Tukey test. The medium technology system was superior to the traditional system, in higher yield, grain quality and profitability. The varieties of quinoa: Amarilla de Marangani, White Hualhuas, INIA-Altiplano and Illpa-INIA excelled.

**Key words:** Quinoa, varieties, cropping system, vegetative period

## II. INTRODUCCIÓN

La quinua es un cultivo de creciente importancia mundial por sus distintas cualidades agronómicas y nutricionales, las cuales le valieron un reconocimiento mundial con la denominación del pasado año 2013, por parte de la Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), como “Año Internacional de la Quinua”. Este grano nativo se produce tradicionalmente en la región andina, sobre los 3000 m.s.n.m., permitiendo el mantenimiento de muchas familias, ya sea por su consumo o por la comercialización del grano, constituyendo esto último una actividad importante por la creciente demanda interna y, sobretodo, externa.

En la actualidad la producción se viene incrementando considerablemente debido al aumento de su precio y a la promoción de cultivo para la seguridad alimentaria, debido a su composición de aminoácidos esenciales y por tener una diversidad genética amplia que le permite adaptarse a varios tipos de condiciones climáticas o zonas agroecológicas. Dicha situación se refleja en la extensión del área de cultivo en el país, donde se ha dado la introducción de quinua en distintas regiones con relativo éxito; incluso la costa ha podido albergar su producción, aprovechando la precocidad y el alto rendimiento de algunas variedades.

La tecnología de producción es aún muy limitada para los agricultores de la quinua que se encuentran en la región andina, la cual se encuentra condicionada por los aspectos ambientales y edáficos adversos, y por el bajo nivel económico, al realizar inversiones muy modestas. Por esta situación, es importante desarrollar sistemas de producción acordes a las necesidades de los agricultores, como mayores rendimientos y alta rentabilidad, en correspondencia a la realidad natural que permita el lugar de ubicación.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, de amplia adaptación ecológica de la quinua, de los beneficios de su cultivo por el precio de mercado actual y de la formulación de sistemas de producción que permitan obtener rendimientos óptimos, se deben realizar propuestas que lleven al aprovechamiento de la quinua como cultivo para mejorar las condiciones de vida del agricultor altoandino. En este sentido, se realizó una investigación del comportamiento, agronómico y económico, de diez variedades comerciales de quinua en el distrito de La Unión-Leticia, provincia de Tarma, región Junín. Este distrito, ubicado sobre los 3500 metros de altitud, se dedica principalmente al cultivo de hortalizas y leguminosas, donde la quinua vino a ser un cultivo nuevo, pudiendo ser trabajado sin inconvenientes.

Las variedades de quinua cultivadas en la investigación provinieron de distintas regiones, siendo siete oriundas del Altiplano, dos del Valle del Mantaro y una del Cusco. Asimismo, éstas fueron manejadas bajo dos sistemas de producción; uno tradicional, referido a una forma convencional de producción altoandina, con una inversión modesta y acorde a las

características propias del lugar donde se efectuó la investigación; y otro de tecnología media, con el uso de una mecanización inicial y un mayor gasto de insumos.

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

Objetivo General:

- Evaluar la respuesta agronómica y económica de diez variedades comerciales de quinua cultivadas bajo dos sistemas de cultivo, tradicional y de tecnología media, en el distrito de La Unión-Leticia.

Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de dos sistemas de cultivo, tradicional y de tecnología media, en el crecimiento y desarrollo de las plantas de quinua de cada variedad.
- Determinar el efecto de dos sistemas de cultivo, tradicional y de tecnología media, en la calidad de grano obtenido en cada variedad.
- Identificar los problemas sanitarios presentes durante el desarrollo de cultivo de las variedades de quinua.
- Determinar la rentabilidad de las diez variedades comerciales de quinua cultivadas en dos sistemas de producción.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA QUINUA

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), planta originaria del altiplano peruano-boliviano y cultivada en los andes desde tiempos inmemoriales, ha tomado una gran importancia en estos últimos años debido a sus múltiples beneficios agronómicos y nutricionales. Esta planta constituye un recurso vegetal potencial debido a su gran adaptabilidad agroecológica, encontrándose en el Perú desde Tacna, en el sur, hasta Piura, en el norte, y desde una baja altitud hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar.

La gran variabilidad genética que posee la quinua le ha permitido desarrollarse en distintas zonas agroecológicas, y hacer frente a distintas condiciones ambientales adversas, como el frío y la sequía. Precisamente, aprovechando esta característica, se ha dado la introducción del cultivo en los continentes de África, Asia y Europa, con relativo éxito. Al respecto se tienen diversos estudios, como de Gesinski (2008), para el caso europeo, donde analiza la adaptación de algunas variedades bajo distintas condiciones ambientales de algunos países; y para el África, de Shams (2012), quien en Egipto hace un estudio de niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo.

A la característica de adaptabilidad ecológica de la quinua se suma otro aspecto importante, el cual le valió la atención mundial, referido a su alto valor nutricional. Así, la FAO (2011) le asigna un contenido de proteína que varía entre 13.81 y 21.9 por ciento, dependiendo de la variedad. Pero más allá del contenido proteico considerable, que supera a los cereales más importantes, el valor está dado por la calidad de las proteínas, es decir, por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación humana (Cuadro 1). Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único elemento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (FAO, 2011).

**Cuadro 1: Contenido de aminoácidos esenciales (g. /100 g. de proteína) de la quinua y otros granos**

	Patrón FAO	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Isoleucina	3.0	4.9	4.0	4.1	4.2
Leucina	6.1	6.6	12.5	8.2	6.8
Lisina	4.8	6.0	2.9	3.8	2.6
Metionina	2.3	5.3	4.0	3.6	3.7
Fenilalanina	4.1	6.9	8.6	10.5	8.2
Treonina	2.5	3.7	3.8	3.8	2.8
Triptofano	0.66	0.9	0.7	1.1	1.2
Valina	4.0	4.5	5.0	6.1	4.4

Fuente: FAO (2013a)

Al respecto, Mujica (1997) ya había hecho mención sobre el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua, la cual es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche y siendo similar al de la carne. Entre el 16 y el 20 por ciento del peso de una semilla de quinua lo constituyen proteínas de alto valor biológico, entre ellas los aminoácidos esenciales, es decir, los que el organismo es incapaz de fabricar y por tanto requiere ingerirlos con la alimentación.

Por estas consideraciones, de cualidades nutricionales, de diversidad y resistencia del cultivo a condiciones de sequía y frío, la quinua ha sido catalogada por la FAO (FAO, 2013b) como una importante alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria mundial, especialmente en aquellas zonas donde la población no tiene acceso a fuentes adecuadas de proteína o donde existen limitaciones de cultivos alimenticios.

### 3.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Respecto a su clasificación taxonómica, la quinua es una especie clasificada por Judd *et al.* (2009) de la siguiente manera:

- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Caryophyllidae
- Orden: Caryophyllales
- Familia: Amaranthaceae
- Sub-familia: Chenopodioideae
- Género: *Chenopodium*
- Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow

### 3.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

En lo referido a la descripción de la planta de la quinua, Gandarillas (1979) menciona lo siguiente respecto a su conformación:

Raíz:

La raíz es de tipo pivotante, vigorosa, que puede llegar hasta 30 cm. de profundidad. A partir de unos centímetros del cuello empieza a ramificarse en raíces secundarias, terciarias, etc., de las cuales salen raicillas que también se ramifican en varias partes.

Tallo:

El tallo es cilíndrico a la altura del cuello y después anguloso debido a que las hojas son alternas a lo largo de cada una de las cuatro caras. A medida que la planta crece nacen primero las hojas y de las axilas de éstas, las ramas. Su coloración es

variable, desde el verde al rojo, pudiendo presentar en alguna variedades pigmentaciones en las axilas. Puede alcanzar distintas alturas, según la variedad, como entre 50 cm. y 2 m., terminando en la inflorescencia.

#### Hábito:

Normalmente de la axila de cada hoja del tallo nace una rama y de esta otras, según su hábito. Algunas ramas crecen y pueden desarrollarse llegando hasta casi la altura de la panoja principal, por ello la clasificación se basa en hábito sencillo y ramificado, presentándose esta última cuando la planta se desarrolla en un espacio amplio.

#### Hojas:

La hoja está formada por pecíolo y la lámina. Los pecíolos son largos, finos, acanalados en su lado superior y de un largo variable dentro de la misma planta. La lámina es polimorfa en la misma planta, siendo las láminas de las hojas inferiores de forma romboidal o triangular y de las hojas superiores lanceoladas o triangulares. El número de dientes de la hoja es uno de los caracteres más constantes y varía según la raza de 3 a 20 dientes, donde las hojas más aserradas se encuentran entre el centro-norte del Perú y el Ecuador, y las de menor número de dientes en el sur de Perú y Bolivia, pudiendo incluso carecer de ellos.

#### Inflorescencia:

La inflorescencia de la quinua es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se considera como una panoja. Algunas veces está claramente diferenciada del resto de la planta, siendo terminal y sin ramificaciones, pero en otras no existe una diferenciación clara debido a que el eje principal tiene ramificaciones que le dan una forma cónica peculiar. Puede ser laxa o compacta, dependiendo de la longitud de los ejes secundarios y de los pedicelos.

Según la agrupación de las flores a lo largo del eje principal o de los ejes secundarios se determina la forma de la inflorescencia, como amarantiforme o glomerulada, siendo esta última la ancestral. Por ello, se ha establecido que la inflorescencia amarantiforme se originó por una mutación. En lo que respecta a la longitud de las panojas, esta es variable, se pueden agrupar en pequeñas de 15 cm. y medianas y grandes de hasta 70 cm., siendo muy características las que tienen la panoja diferenciada del tallo.

#### Flores:

La quinua presenta una flor incompleta, carente de pétalos. Las flores en el glómérulo pueden ser hermafroditas o pistiladas, y el porcentaje de cada una de ellas depende de la variedad. Normalmente se observa un porcentaje similar de ambos, pero también extremos con predominancia de hermafroditas o pistiladas, o macho estériles. Las hermafroditas en el glómérulo además de ser apicales,

sobresalen de las pistiladas que se encuentran en la parte inferior. Se puede afirmar que, en general, se presenta un 10 por ciento de polinización cruzada.

**Fruto:**

El fruto es un aquenio cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color está dado por el perigonio (Cuadro 2) y se asocia directamente con el de la planta, de donde resulta que puede ser verde, púrpura o rojo. En la madurez, el púrpura puede secarse del mismo color o amarillo, teniendo en este último caso la semilla amarilla. En estado maduro el perigonio tiene forma estrellada, por la quilla que presentan los cinco pétalos. El pericarpio del fruto que está pegado a la semilla presenta alvéolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente; pegada a éste, se encuentra la saponina que le transfiere el sabor amargo.

**Semilla:**

Mujica (1997) la define como el fruto maduro, que puede ser de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Presenta tres partes bien definidas que son: episperma, embrión y perisperma. La semilla está envuelta por el episperma en forma de una membrana delgada. El embrión está formado por los cotiledones y la radícula, y constituye la mayor parte de la semilla que envuelve al perisperma como un anillo. El perisperma es almidonoso y normalmente de color blanco.

**Cuadro 2: Coloración en el fruto y grano de la quinua**

Perigonio	Pericarpio	Episperma
Verde	Traslúcido	Traslúcido
Rojo	Blanco sucio	Blanco
Púrpura	Blanco opaco	Café
	Amarillo claro	Café oscuro
	Amarillo intenso	Negro-marrón
	Anaranjado	Negro-brillante
	Rosado	
	Rojo bermellón	
	Guinda	
	Café	
	Gris	
	Negro	

Fuente: Gandarillas (1979)

**3.4 CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA**

La quinua es un grano originario de los andes, como la kañiwa y la kiwicha, donde a través del tiempo se constituyó en un alimento de gran consumo para los habitantes, quienes realizaron una labor de mejoramiento genético en el cultivo mediante selección, como manifiesta Tapia (1979). A su vez, la amplia diversidad genética que posee esta planta, le permitió una amplia adaptación a diferentes regiones y condiciones.



Debido a su distribución diversa en Sudamérica, Tapia (2001) estableció una clasificación o zonificación agroecológica del cultivo de quinua, basándose en los aspectos ecológicos, como la altitud, de algunas regiones tradicionales que se dedican a su producción desde tiempos inmemoriales; así se ha podido establecer cinco zonas agroecológicas donde se cultivan grupos especiales de quinua.

- Quinuas de zonas mesotérmicas: también denominada quinua de valles interandinos. Crecen en los valles comprendidos entre los 2000 y 3400 metros de altitud. Son quinuas de gran tamaño y de largo periodo vegetativo. En el caso peruano, se puede mencionar, por ejemplo, como centros de concentración al Callejón de Huaylas, al Valle del Mantaro y las regiones de Ayacucho y Cusco. En este grupo de quinua se puede mencionar a las variedades: Blanca de Junín, Rosada de Junín y Amarilla de Marangani.
- Quinua del altiplano: referido a la quinua que se cultiva en la parte norte del lago Titicaca, región que comparten Perú y Bolivia. En esta zona se ha desarrollado una quinua que responde a los factores climáticos adversos, como la baja temperatura y la sequía. Entre las variedades que se tienen en este grupo están: Blanca de Juli, Kancolla, Cheweca y Witulla.
- Quinua de los salares: que se refiere al altiplano sur boliviano, donde se cultiva una quinua que responde a caracteres halófilos, es decir adaptada a un suelo salino. La quinua desarrollada en esta región es de grano grande, de sabor amargo, y corresponde a un grupo especial denominando Quinua Real.
- Quinua de nivel de mar: referida al cultivo de quinua desarrollado a nivel del mar, en la región central y sur de Chile. Poseen plantas de tamaño mediano, generalmente sin ramas, con granos amarillos y amargos.
- Quinua de las yungas: que contempla la quinua que se desarrollada en la región subtropical, en la vertiente oriental de los andes de Bolivia. Las plantas tienen una coloración verde oscuro a la floración y en la madurez se torna naranja, tiene granos pequeños de coloración blanca y amarilla.

### **3.5 FENOLOGÍA O FASES DE DESARROLLO**

El ciclo vegetativo de la quinua puede durar entre cuatro y siete meses, dependiendo de las características de la variedad a sembrar y de la ubicación del lugar de producción; al respecto, Bertero y Hall (2001) refieren la influencia del fotoperiodo y la temperatura en las fases de desarrollo de los cultivares de quinua, donde concluyen que la sensibilidad varía según el origen; así, los cultivares de origen más cercanos al trópico se caracterizan por una mayor sensibilidad al fotoperiodo y una mayor duración de la fase vegetativa

básica. Los cultivares del altiplano peruano y boliviano, y del nivel del mar, poseen la menor sensibilidad al fotoperiodo y duración de la fase vegetativa básica.

Otra influencia que se tiene en la duración de las etapas o fases de desarrollo de la quinua viene dado por la humedad, la cual determina el normal crecimiento y desarrollo de la planta, así como sus principales funciones. Así, ante periodos de falta de humedad, o sequía, la planta de la quinua posee mecanismos de evasión, como la maduración más temprana, acortando alguna etapa fenológica para asegurar la producción (Mujica y Jacobsen, 1999).

En lo referido al crecimiento de las plantas, se tienen propuestas de definición de las etapas o periodos por las que éstas atraviesan, así Gandarillas (1979), citando a Flores (1977), refiere que en un estudio sobre tres variedades de quinua se pudo definir cinco subperiodos: de siembra a brotamiento, de brotamiento a la aparición del primer par de hojas, de aparición del primer par de hojas al panojamiento, de panojamiento a floración y, finalmente, de floración a maduración.

Mujica y Canahua (2001b) mencionan que la quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta; de esta forma, determinan doce fases fenológicas (Cuadro 3).

**Cuadro 3: Fases fenológicas del cultivo de la quinua**

Fases de desarrollo	Número de días después de la siembra
Emergencia	7 a 10
Dos hojas verdaderas	15 a 20
Cuatro hojas verdaderas	25 a 30
Seis hojas verdaderas	35 a 45
Ramificación	45 a 50
Inicio de panojamiento	55 a 60
Panojamiento	65 a 70
Inicio de floración	75 a 80
Floración o antesis	90 a 100
Grano lechoso	100 a 130
Grano pastoso	130 a 160
Madurez fisiológica	160 a 180

Fuente: Mujica y Canahua (2001b)

### 3. 6 FISIOLOGÍA DE LA QUINUA A FACTORES ABIÓTICOS

Las características climáticas de los andes han determinado que la agricultura en esta región sea de un alto riesgo permanente, debido a diversos factores abióticos como: sequías, heladas, granizadas, nevadas, salinidad de los suelos, vientos e inundaciones. A pesar de estas condiciones la quinua ha podido adaptarse y crecer sin inconvenientes, siendo un cultivo importante en la alimentación de los pobladores altoandinos desde tiempos pasados.

### **3.6.1 Respuesta a la sequía**

Con respecto a la sequía, se sabe que es una limitante muy importante en la producción agrícola en los andes, lo cual está asociado a niveles insuficientes de precipitación y a una distribución inadecuada para el crecimiento óptimo de cultivos. Mújica y Jacobsen (2001a) refieren que los granos andinos, como la quinua, han desarrollado mecanismos morfológicos, fisiológicos, anatómicos y bioquímicos que le permiten obtener producciones económicamente aceptables en condiciones de escasa precipitación. Agregan que la quinua escapa a la sequía principalmente por precocidad, así como por caracteres morfológicos, como desarrollar una raíz ramificada y por tener papilas higróscopicas en la cutícula de la hoja, lo que reduce la transpiración.

Dentro de las modificaciones morfológicas que desarrolla la quinua se tiene: un menor tamaño de la planta y de las hojas, un menor número de hojas en la planta, reducción del área foliar mediante la eliminación de hojas, mayor concentración de cristales de oxalato de calcio alrededor de los estomas, hojas con menor ángulo de inserción en el tallo y el doblado de la planta para proteger la panoja (Mujica y Jacobsen, 1999).

Zurita-Silva *et al.* (2014), refieren que la quinua soporta condiciones climáticas extremas, en particular en el altiplano sur de Bolivia, región muy conocida por la producción de la quinua Real. La ocurrencia de precipitaciones bajas e irregulares no es obstáculo para la producción de quinua, gracias a que ésta es capaz de equilibrar la absorción de agua y la pérdida de agua, evitando con ello el déficit hídrico.

### **3.6.2 Respuesta a las heladas**

El caso de las heladas también constituye uno de los principales factores limitantes de la producción en los andes. Monteros y Jacobsen (2001) manifiestan que las heladas radiactivas y conectivas son las más comunes y se presentan como heladas blancas y negras, respectivamente. La helada blanca se produce cuando hay alta humedad relativa y se alcanza el punto de rocío, habiendo condensación y congelamiento de vapor de agua sobre la superficie de la hoja, causando poco daño en la naturaleza; sin embargo, en las heladas negras el vapor de aire no se congela, pero se congela el agua en los tejidos de las hojas, produciendo manchas necróticas en el follaje posteriormente.

La quinua es definido por Salinas (2008) como un cultivo que resiste fuertemente a los efectos del frío y las heladas, puesto que en el altiplano (que es su lugar de origen) está constantemente afectado por los descensos bruscos de temperatura y en algunos casos a la presencia de heladas de considerable intensidad. Él agrega que la respuesta de la quinua está supeditada a la fase fenológica en que se encuentra, a la intensidad y la duración de la helada, a la humedad relativa y a la carga genética de la planta.

Mujica (1997) manifiesta que la planta de la quinua no se ve afectada por climas fríos, como  $-1^{\circ}\text{C}$ , en cualquier etapa del desarrollo, excepto durante el momento de la floración, debido a que las flores son sensibles, pudiendo el polen esterilizarse. Al respecto, Monteros y Jacobsen (2001) en un estudio comprueban la tolerancia de las plantas de quinua bajo una condición de  $-4^{\circ}\text{C}$  por cuatro horas de duración. Sin embargo, en una etapa de las plantas de 12 hojas verdaderas y floración, se obtiene mermas de entre 50 a 65 por ciento de rendimiento con respecto al testigo, sometido a  $19^{\circ}\text{C}$ .

El efecto nocivo de las heladas sobre las plantas de quinua ha sido referida por Salinas (2008), así se tiene que el efecto sobre las hojas causa un incremento en el contenido de algunos compuestos de las plantas, entre ellos una hormona conocida con el nombre de ácido abscísico (ABA), lo que se traduce en la caída de las hojas. El efecto sobre la floración se traduce en la condensación del vapor agua en el interior de la panoja, que al congelarse sobre las flores causa su posterior muerte. El efecto sobre los tallos está dado por producir un quiebre de éste, donde se afecta los vasos conductores; esto se explica por la acumulación del hielo en la superficie que comprime las membranas, donde posteriormente cuando sube la temperatura la membrana se deforma y pierde elasticidad.

### **3.6.3 Respuesta a la salinidad**

La salinidad es otro factor limitante de la producción de cultivos en la zona andina, debido a que causa una disminución del rendimiento de los cultivos. Mújica y Jacobsen (2001a) refieren que se tiene una reducción del área foliar como consecuencia de la inhibición de la división y crecimiento celular, disminución del crecimiento de los tejidos, raíces, tallos, hojas y muerte de la planta por imposibilidad de absorción del agua, perjudicando la nutrición y metabolismo de la misma. Quispe y Jacobsen (2001) indican que las plantas halófitas, como la quinua, para su supervivencia en medios salinos, requieren disminuir el potencial hídrico en su sistema, comúnmente, incrementando solutos con el uso de iones presentes en el medioambiente ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^-$  y  $\text{Cl}^-$ ) y sintetizando solutos orgánicos; además, agrega, que otra respuesta fisiológica a la salinidad es disminuir la conductancia estomática, de este modo reducen la transpiración, evitando la sequía fisiológica, para mantener la turgencia de las células, indispensable para el crecimiento.

Los factores abióticos limitantes de la producción de los diversos cultivos en los andes, que en condiciones extremas producen estrés fisiológico, se conocen profusamente, siendo la quinua una de las plantas mejor adaptada. A pesar de esto, Aguilar *et al.* (2001) manifiestan que no se tienen los suficientes conocimientos sobre los mecanismos de tolerancia y adaptación de esta especie.; agrega que el contenido de prolina esta correlacionado inversamente con los ambientes más favorables de humedad, temperatura y salinidad, y que como la quinua es una planta tolerante al estrés que producen estos factores, debe tener una amplia variabilidad del contenido de prolina.

### 3.7 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

En términos generales, en lo que respecta a las condiciones climáticas y edáficas de desarrollo de cultivo de la quinua, Mujica (1997) menciona que la quinua es una planta cuyo periodo vegetativo varía de 150 a 240 días, siendo indiferente al fotoperíodo. Así, se tiene requerimientos de días cortos para su florecimiento, en las cercanías del ecuador, hasta insensibilidad a las condiciones de luz para su desarrollo en la parte central y sur de Chile.

La quinua presenta una enorme variabilidad genética para adaptarse a diferentes condiciones medio ambientales, así puede ser cultivada desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud, y con precipitaciones pluviales de 200 a 1000 mm. anuales. Con respecto a esto último, se tiene que las variedades del sur de Chile necesitan mucha lluvia para crecer en oposición a la quinua del sur del altiplano o de los salares, en Bolivia, que Tapia (2001) reporta que se desarrollan con una precipitación de 150 a 250 mm. anuales.

En correspondencia a la altitud, se tiene que la quinua puede crecer en temperaturas bajas, como la que se tiene en el altiplano, donde la temperatura media anual en muchas regiones no llega a los 10°C (Tapia, 2001). Sin embargo, se debe señalar que la ocurrencia de temperaturas bajas en ciertas etapas fenológicas, como la floración y llenado de granos, pueden ser perjudiciales. En el otro extremo, de temperaturas altas, Mujica (1997) señala que la planta puede tolerar más de 30°C, sin embargo no prospera adecuadamente. En este caso se tiene, por ejemplo, que la quinua ve comprometida en su fenología etapas como la floración, a altas temperaturas, como sucede en el desarrollo del cultivo en la costa.

Al respecto, Apaza (1995), durante una investigación, no obtuvo fruto o granos de quinua de la variedad Blanca de Junín por la exposición del cultivo a altas temperaturas en condiciones de La Molina, Lima. Similar ocurrencia tuvo Mendoza (2013), bajo las mismas condiciones de costa central, al estudiar 25 genotipos de quinua, no produciendo grano ocho de ellos, llegando a la conclusión que la siembra de quinua debe realizarse en la costa durante el lapso de invierno hasta inicios de primavera, para obtener una buena producción.

Para el caso del suelo, Mujica (1997) refiere que la quinua prefiere suelos francos arenosos, con buen drenaje y ricos en nitrógeno. Hay que indicar que el cultivo puede verse susceptible en sus primeros estadios cuando hay exceso de humedad en el suelo, por el ataque de los hongos fitopatógenos habitantes del suelo (complejo de chupaderas, conformado por *Rhizoctonia solani* y *Phytlum sp.*). En lo que se refiere al pH, se adapta muy bien a valores de 6.0 a 8.5, aunque la familia en general es de suelos salinos.

### 3.8 EL CULTIVO DE QUINUA EN EL PERÚ

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), por sus elevadas cualidades nutricionales constituyó a lo largo del tiempo, junto a otros cultivos nativos, uno de los alimentos

básicos del hombre andino. Con la llegada hispana a América se introdujo otros cultivos, como los cereales, muchos de los cuales desplazaron a los tradicionales, razón por la cual la quinua pasó a constituirse en un cultivo marginal practicado por algunas comunidades campesinas de la zona andina.

En la actualidad este cultivo se erige como de gran importancia entre los agricultores del país, como consecuencia de la gran demanda nacional y extranjera que se tiene, ya que este grano nativo destaca por sus bondades nutricionales. Así, la demanda internacional ha experimentado progresos exponenciales lo cual se ve reflejado en la cantidad de toneladas exportadas, que del año 2007 al 2012, pasaron de 1500 a 10400, respectivamente, como señala el Ministerio de Agricultura (Gómez *et al.*, 2014).

En el Perú la quinua es cultivada en valles interandinos, ya sea como monocultivo o asociada al maíz, habas o como borde de cultivos de papa. En el Altiplano es donde se cultiva la quinua profusamente, siendo Puno la región que concentra más del 70 por ciento del total de la producción nacional (Cuadro 4). Otros lugares de producción importante en el país son las regiones de Ayacucho, Cusco, Junín y Arequipa; precisamente en esta última región, se está cultivando quinua en los valles de Majes y Pedregal, aprovechando variedades precoces de buen rendimiento.

**Cuadro 4: Distribución de superficie de quinua cultivada en el Perú. Año 2011**

Departamento	Producción (t)	Superficie (ha)	Rendimiento (Kg/ha)
Amazonas	2	4	686
Ancash	140	132	1059
Apurímac	1262	1094	1153
Arequipa	1013	498	2034
Ayacucho	1444	1952	740
Cajamarca	141	151	934
Cusco	1796	1866	963
Huancavelica	429	472	910
Huánuco	293	356	824
Ica	41	18	2300
Junín	1448	1191	1216
La Libertad	354	328	1080
Moquegua	25	35	724
Puno	32740	27337	1198
Tacna	52	42	1238

Fuente: MINAG (2013) - Gómez *et al.*, 2014

En los últimos años, la superficie agrícola destinada a este cultivo ha tenido un incremento considerable, así del año 2001 se pasa de 25600 a 47543 has para el año 2013 (Cuadro 5). Sin embargo, la tecnología de producción actual es aún muy limitada, lo cual se refleja en el rendimiento promedio nacional, y tiene como explicación a las condiciones donde principalmente se cultiva la quinua, correspondiente a la región andina, la cual se encuentra condicionada por el aspecto ambiental y edáfico, de carácter adverso, y debido al factor económico, referido a una inversión reducida.

**Cuadro 5: Serie histórica de la superficie cosechada, producción y rendimiento de quinua en el Perú. Periodo 1951 al 2014**

Años	Superficie (ha)	Rendimiento (Kg./ha)	Producción (t)
1951	47200	900	42500
1961	28610	786	22494
1971	15035	426	6405
1981	18384	592	10880
1991	21007	735	15439
2001	25600	870	22267
2002	27852	1091	30374
2003	28326	1062	30085
2004	27676	975	26997
2005	28632	1138	32590
2006	29949	1016	30428
2007	30381	1047	31824
2008	31163	958	29867
2009	34026	1158	39397
2010	35313	1163	41079
2011	35475	1161	41182
2012	38495	1149	44210
2013	47543	1097	52130
2014	69416	1647	114343

Fuente: MINAG (2013; 2015) - (Gómez *et al.*, 2014).

En los valles interandinos se produce tradicionalmente, debido a la topografía del terreno y a la extensión de las áreas pequeñas del agricultor. Asimismo, el buen desarrollo del cultivo está marcado por la inversión que se realice, partiendo desde una buena preparación de terreno, pasando por una buena fertilización y realizando un buen manejo sanitario; así, Flores (2010) menciona que el nivel de fertilización va depender del nivel de producción que se desee obtener.

En lo que respecta a la demanda creciente de quinua y considerando que los rendimientos han sido estables en los últimos cinco años, se advierte que existe un esfuerzo para aumentar la producción y atender la creciente demanda interna y externa. En el mercado internacional, la quinua peruana tiene como principales compradores a Japón, Alemania, Canadá y EE.UU.; precisamente, este último país, encabeza las compras. Para el año 2011, el Ministerio de Agricultura le asignaba a EEUU un 59.3 por ciento de compras (Gómez *et al.*, 2014).

El cultivo de quinua en el Perú afronta en estos momentos el reto de poder ser productivo y rentable para los agricultores del ande, quienes han sido los que a través del tiempo, como refiere Tapia (1997), han cultivado y diversificado la especie. Para que esto ocurra, la FAO (2011) menciona que las condiciones de producción deben tender a la tecnificación del cultivo, se debe trabajar en brindar talleres de asesoría a los agricultores, además de acceso al crédito, se debe hacer obras de ingeniería hidráulica para irrigar los campos, y también buscar la asociación de productores para obtener mejores precios de compra de insumos y mejores precios de venta del producto.

### 3.9 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y PROBLEMÁTICA

Un sistema es definido por Spedding (1979) como un grupo de componentes, o conjunto de elementos, que pueden funcionar recíprocamente, o en interacción dinámica, para lograr un propósito común, siendo capaces de reaccionar juntos al ser estimulados por influencias externas. En el ámbito agrario, el sistema viene a estar constituido de los siguientes elementos: ecosistema local, fuerzas productivas y relaciones sociales.

En el caso del cultivo de la quinua se da el predominio de pequeños productores con unidades agropecuarias menores a dos hectáreas, en un medio de alta variabilidad climática y con el uso de una tecnología tradicional que se traduce en actividades agrícolas altamente diversificadas que les permiten disminuir el riesgo climático, así como la incidencia de plagas y enfermedades. Para Mujica (1997), las principales causas de los bajos rendimientos en los cultivos andinos, como la quinua, son: la mala preparación de suelos, la no utilización de semilla seleccionada y desinfectada, y la falta de fertilización. A ello se tiene que sumar las condiciones climáticas, que influyen con la variación de temperaturas y precipitaciones. En lo concerniente a los sistemas de cultivo, tenemos que en la actualidad se sigue hablando de dos sistemas de trabajo para la siembra, como el sistema tradicional y el sistema mecanizado.

En lo que respecta a la preparación tradicional para la siembra de quinua, el agricultor pone menos atención a la preparación de suelo debido a que de acuerdo a la rotación de cultivos, la quinua le sigue a la papa, que por su propio manejo tanto en los aporques como en la cosecha se ha removido el suelo; así, estas labores son consideradas suficientes y únicamente derraman la semilla de quinua sobre la superficie del suelo. Sin embargo, estos últimos años este sistema rotativo de cultivos ha venido sufriendo cambios debido a la creciente demanda de quinua en el mercado, que ha alterado los periodos de descanso de la tierra y donde incluso se ha venido sembrado quinua año tras año. Por lo tanto, la rotación del sistema va en camino hacia el monocultivo (Soto *et al.*, 2012).

En el sistema mecanizado se tiene el uso de la tracción motriz, para la preparación del terreno, con el uso del arado de discos. Si bien la FAO (2011) reporta que se está realizando el uso de sembradoras en el altiplano, con distintos resultados de eficiencia, se tiene información del impacto negativo que está teniendo la mecanización en el altiplano sur, en Bolivia. Jacobsen y Sorensen (2010) manifiestan que se ha roto el equilibrio entre la actividad ganadera y agrícola, produciéndose erosión y degradación del suelo, todo debido a la implementación de un sistema de producción mecanizado intensivo.

Con respecto al aporte de nutrientes al cultivo, Apaza (2006) señala la importancia del abonamiento de la quinua si se desea llegar a un nivel de producción y calidad alta. Así, los niveles a utilizar van a depender del contenido de nutrientes en el suelo y a la rotación de cultivos. Cuando se siembra después de papa el contenido de nutrientes será bueno, pero



cuando se siembra después de cereales será necesario utilizar mayor cantidad de abonamiento.

Otro factor lo constituye una mala preparación del terreno, que ocasiona problemas de germinación de la semilla, una distribución desuniforme, problemas de anegamientos o escasez de agua en algunos sectores y problemas en el crecimiento de las plantas. Esta labor va ser fundamental para tener una buena densidad de plantas por área de terreno y con ello un rendimiento óptimo.

Finalmente, el acceso a insumos químicos resulta limitado para los productores de quinua, debido al costo así como a la inexistente especificidad del producto con la quinua, ya que recién en estos últimos años la quinua ha adquirido importancia económica. El restringido uso de herbicidas, plaguicidas y fungicidas, así como a un uso reducido de fertilizantes inorgánicos lleva a que se obtengan rendimientos en campo muy bajos, no pudiendo expresar la planta la potencialidad de la variedad cultivada.

### **3.9.1 Trabajos realizados sobre sistemas de producción en quinua**

Acerca de las investigaciones en quinua de los últimos años, en lo referido a mejorar el sistema de producción, se tienen algunas tesis de pregrado y maestría realizados en la Universidad Nacional Agraria - La Molina (UNALM) que permiten visualizar las posibilidades y potencialidades que tiene el cultivo para ser manejado bajo distintos sistemas o ser producido en lugares nuevos. Al respecto, desde la década del 90 ya se veía la preocupación de cultivar la quinua en zonas costeras del país.

Díaz (1992) realizó una investigación en la provincia de Carhuaz, región Ancash, donde comparó la influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua. Las tecnologías desarrolladas fueron una mecanizada y una tecnología propia o tradicional, para dos variedades de quinua, Amarilla de Ancash y La Molina 89, siendo cultivadas en dos zonas, valle y ladera. Los resultados mostraron que se obtuvo un mejor rendimiento con la variedad La Molina 89, bajo una tecnología mecanizada y en una zona de ladera.

Apaza (1995) realiza una investigación en la UNALM respecto a los efectos de la densidad y niveles de fertilización en el rendimiento de quinua. Bajo tres niveles de fertilización (testigo, 80-60-00 y 120-80-00 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O respectivamente) y utilizando dos variedades de quinua, Blanca de Junín y La Molina 89, Apaza obtiene como resultados que la variedad Blanca de Junín no produjo granos y que el mayor rendimiento y rentabilidad se obtiene con un distanciamiento de 30 cm. y con el nivel de fertilización más alto.

Echegaray (2003), en la UNALM, evalúa la producción de quinua en condiciones de costa bajo dos métodos de cultivo, donde la novedad es el tipo de riego a aplicar, uno bajo infiltración y el otro por gravedad. Cultivando dos variedades de quinua, Amarilla de Marangani y La Molina 89, realizando tapados de semilla en base a compost y tierra, y con dos controles de maleza, manual y químico, llega a determinar el mayor rendimiento en la

variedad Amarilla de Marangani, cultivada bajo riego por infiltración, en contracorriente de la misma variedad cultivada bajo riego directo.

Tapia (2003), en la UNALM, realiza una investigación similar a la anterior, comparando la influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua en la costa. Utilizando dos variedades de quinua, Amarilla de Marangani y La Molina 89, con dos densidades de siembra de 40 y 80 cm., con dos controles de maleza, manual y mixto, y dos métodos de cosecha, mixta y mecánica, establece dos tecnologías de cultivo, donde obtiene por resultado que la variedad La Molina 89 produjo mayor rendimiento, con un distanciamiento de 80 cm. y sin tenerse algún efecto del control de malezas y del tipo de cosecha.

Otra investigación realizada en Lima fue la de Gordon (2011), quien efectuó la comparación de dos sistemas de cultivo, basado en el uso de insumos orgánicos y sintéticos, con dos densidades de siembra, dos variedades, Pasankalla y Rosada de Huancayo, y dos tapados de semilla, con el uso de compost y tierra. Los resultados fueron que se obtuvo un mayor rendimiento con el sistema de insumos sintéticos y con la variedad Pasankalla. Asimismo, se obtuvo un menor costo de producción y una mayor rentabilidad bajo este mismo sistema.

Finalmente, otra investigación realizada fue la de Risco (2011) en la región de Ayacucho, quien midió el efecto de cinco propuestas de abonamiento bajo dos distanciamientos, 40 y 80 cm., en la variedad Blanca de Junín. El resultado obtenido fue que se tuvo mayor rendimiento empleando como fuente de abonamiento al guano de isla y teniendo un distanciamiento de 40 cm.

Estos trabajos expresan la preocupación de presentar propuestas de sistemas o tecnologías de cultivo en la quinua. Si bien los resultados difieren por los objetivos o temas tratados en cada una de las investigaciones, se puede establecer el comportamiento indistinto que puedan tener las variedades de quinua; así, variedades como la Blanca de Junín o Rosada de Huancayo tienen una respuesta distinta bajo su cultivo en condiciones de costa, donde incluso en una investigación, como la de Apaza (1995), no se obtuvo producción de grano. En caso contrario, variedades tempranas, como la Pasankalla, pueden tener mejor respuesta bajo cultivo en costa.

### **3.10 VARIEDADES DE QUINUA DEL PERÚ**

En lo que respecta a las variedades de quinua más cultivadas en el país, se tiene diferenciación por regiones o zonas agroecológicas, descritas por Tapia (1979 y 2001). Así, se puede llegar a establecer variedades del altiplano y de valles interandinos, donde muchas de estas, a pesar de tener una utilización que se pierde en el tiempo, siguen teniendo vigencia en la actualidad.

Para el primer caso, del Altiplano, tenemos variedades de buen tiempo de uso, obtenidas mediante trabajos rigurosos de selección del material local. Entre estas tenemos las siguientes variedades:

### **3.10.1 Kancolla:**

Es una variedad que se originó a partir de una selección masal del ecotipo local de la zona de Cabanillas (Puno), en 1960 por el Ing. Fidel Flores. Tapia (1979) la describe como una variedad tardía, de 179 días para las condiciones del altiplano, llegando a tener rendimientos, en años de buena precipitación, de hasta 3500 Kg./ha y respondiendo bien a la fertilización nitrogenada, sobre todo si es fraccionada.

Mujica (1997), por su parte, la describe también como de ciclo vegetativo tardío y de grano blanco, con tamaño mediano (1.5 mm.) y de alto contenido de saponina soluble. La panoja es generalmente amarantiforme, pudiendo segregarse a otros colores desde verde a púrpura; relativamente resistente al frío y al granizo y a enfermedades como el mildiú. Este investigador, en la década del 90, la considera la variedad más difundida en Puno.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2013) sostiene que es una variedad con una planta de color verde, que posee estrías de color púrpura en el tallo, siendo la panoja glomerulada (Figura 1) y de color rojizo. La planta puede alcanzar una altura de 110 cm., teniendo un rendimiento promedio de 1500 a 2000 kg./ha. Su periodo vegetativo es de 170 días.



**Figura 1: Panoja de la variedad Kancolla**

### 3.10.2 Blanca de Juli:

Tapia (1979) menciona que es producto de una selección regional de la zona peruana alrededor del lago Titicaca, efectuada por el Ing. Agustín Morales en 1969. La describe como una variedad algo tardía, de 179 días, donde la panoja y la planta son de color verde, siendo la primera de forma glomerulada, algo laxa y con relativa resistencia al mildiú.

Mujica (1997) realza su buen rendimiento, y describe el grano de color blanco, muy pequeño, casi dulce y de muy poca saponina soluble. Indica su procedencia de Juli (Puno). El INIA (2013), por su parte, la describe como una variedad semi-precoz, con 160 días de periodo vegetativo, de color verde, con tamaño mediano de 120 cm. de altura y forma de panoja glomerulada (Figura 2), donde a la madurez adquiere un color muy claro blanquecino, que le confiere su nombre. Sobre el rendimiento, se menciona que el promedio va de 1500 a 2000 Kg./ha., siendo una variedad tolerante al frío, susceptible al mildiú, al granizo y al exceso de agua. Se la utiliza generalmente para la elaboración de harina.

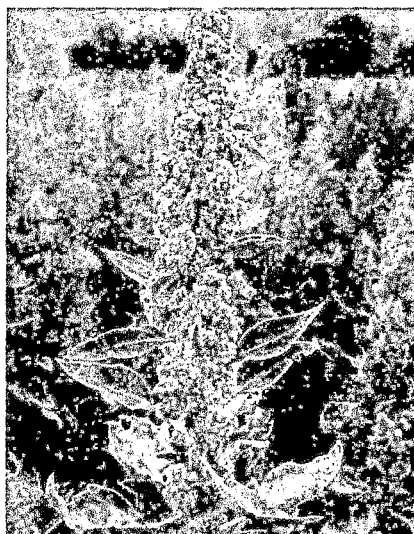


Figura 2: Panoja de la variedad Blanca de Juli

### 3.10.3 Cheweca:

Tapia (1979) menciona que es una selección regional obtenido por el Ing. José Luis Lescano, de la Universidad Nacional del Altiplano, en la región de Orurillo-Asillo en el departamento de Puno. Es una variedad algo tardía (170-180 días) y de rendimiento regular, 1000 a 1500 Kg./ha. El grano se describe como pequeño (1.2 mm.), blanco y casi dulce, siendo la panoja amarantiforme y laxa.

Mujica (1997) tiene igual descripción de esta variedad, de comportamiento semi tardío, con regular rendimiento y grano pequeño muy dulce. La planta es de color púrpura y verde, siendo resistente al frío. Gómez (2012), menciona su período vegetativo como

tardío, de 180 a 190 días, y que tiene un rendimiento potencial de 3000 kg./ha, mencionando una tolerancia al mildiú.

Para el caso de variedades de quinuas pertenecientes a la zonificación agroecológica de valles interandinos, se tiene las siguientes variedades:

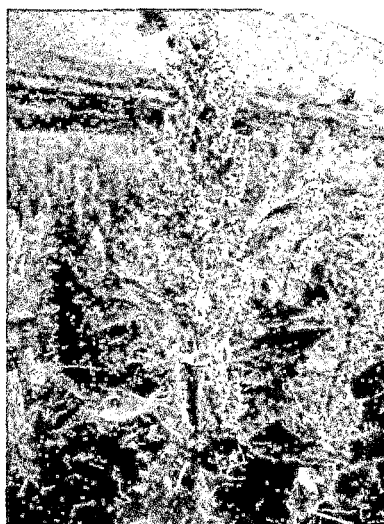
#### **3.10.4 Blanca de Junín:**

Es una variedad propia de la región central del Perú. Se cultiva intensamente en la zona del valle del Mantaro aunque también ha sido introducida con éxito en otras regiones. Tapia (1979) menciona que fue seleccionada por el el Ing. Tantaleán, de material de la zona de Huancayo. Se indica que esta variedad presenta dos tipos: Blanca y Rosada, que fueron mejorados en la Estación Experimental del Mantaro por Herquinio y Román.

El INIA (2013) indica que esta variedad es poco tolerante al mildiú, siendo su periodo vegetativo largo, de 180 días, con granos blancos, medianos, de bajo contenido de saponina. La panoja es de forma glomerulada, pudiendo la planta alcanzar una altura de 170 cm. Sus rendimientos varían mucho según el nivel de fertilización, pudiendo obtenerse hasta 2500 Kg./ha, con niveles de 80-40-0 de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O.

#### **3.10.5 Blanca de Hualhuas:**

Es una variedad obtenida por la Universidad Nacional del Centro de Huancayo, por el Ing. Florencio Herniquio, en un proceso de selección de segregantes de un ecotipo local, en el año 1974. La variedad presenta una planta robusta, de ciclo vegetativo de 170 días. El tallo, las hojas y la panoja, de forma amarantiforme (Figura 3), es de color verde durante su ciclo vegetativo y cuando maduran se tornan de color blanco cera. Las axilas de las plantas son de color púrpura, que se encuentra en la inserción del tallo y la hoja. La altura de planta que alcanza es de 160 cm., el rendimiento de la variedad es de 3200 kg./ha y es susceptible al mildiú (INIA, 2013).



**Figura 3: Panoja de la variedad Blanca de Hualhuas**

### 3.10.6 Amarilla de Marangani

Tapia (1979) menciona que es una variedad producida por selección masal de la región de Sicuani, Cusco. Es de hábito tardío, de 200 a 210 días, con una panoja amarantiforme (Figura 4) de color amarilló-naranja, granos amarillos amargos y de regular tamaño. Sobre el rendimiento, se dice que puede alcanzar hasta los 3500 Kg./ha., en condiciones de 2500 a 3400 m.s.n.m.

La planta es descrita con una altura de 1.60 a 2.00 m., con tallo engrosado y resistente al tumbado, siendo resistente al mildiú y a otras enfermedades fungosas. Su uso está referido a la preparación de sopas, debiendo el grano ser muy lavado para eliminar el sabor amargo.

El INIA (2013) menciona que es una variedad con una planta erecta, ramificada hasta el segundo tercio, con 175 cm. de altura, con abundante follaje, y tallo grueso, siendo tolerante al mildiú y pudiendo alcanzar un rendimiento de 3500 kg./ha. La panoja es anaranjada a la madurez y presenta un grano grande de color anaranjado, con alto contenido de saponina.

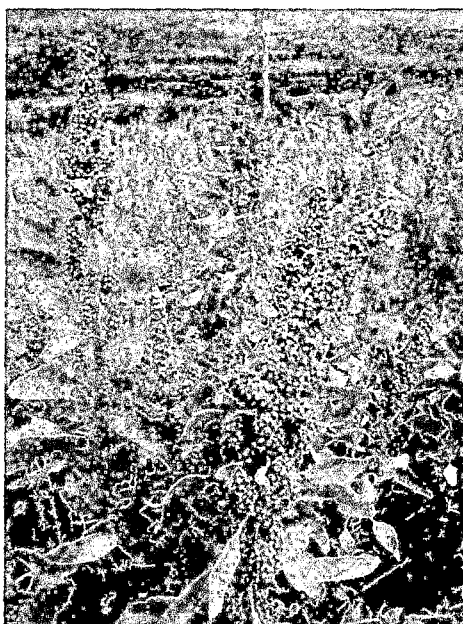


Figura 4: Panoja de la variedad Amarilla de Marangani

Asimismo, es de resaltar el trabajo de mejoramiento genético efectuado en las últimas décadas en el país para la obtención de nuevas variedades de quinua que respondan a las demandas de los agricultores y consumidores. Así, se buscó obtener variedades de mayor rendimiento, tolerantes a factores climáticos adversos, como sequía y heladas, de respuesta al mildiú, de grano grande y de bajo contenido de saponinas y también de menor periodo vegetativo, permitiendo esto último hacer extensivo el cultivo de quinua a zonas costeras del país, alcanzando buenos rendimientos.

Este trabajo de fitomejoramiento fue realizado, en gran parte, por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), teniéndose las siguientes variedades y su respectiva descripción a continuación:

### **3.10.7 Salcedo - INIA:**

El INIA (2013) indica que es una variedad obtenida del cruce de las variedades Real Boliviana por Sajama, en 1995, y tiene como características: grano grande (2.0 mm de diámetro) y dulce, periodo vegetativo de 150 días en el Altiplano, panoja de forma glomerulada compacta (Figura 5).

Tiene buen potencial de rendimiento, tolerante a mildiu (*Peronospora variabilis*), y un contenido de saponina de 0.014 por ciento, (grano dulce). También tiene tolerancia a heladas y sequías, mayor contenido de proteínas (14.5 por ciento). Se adapta a condiciones del altiplano, valles interandinos y costa, donde en ésta última puede alcanzar los 6000 kg./ha de rendimiento.



**Figura 5: Panoja de la variedad Salcedo-INIA**

### **3.10.8 INIA - Quillahuamán:**

El INIA (2013) indica que es una variedad originaria del valle del Vilcanota, Cusco, seleccionada, desarrollada y evaluada, por el Programa Nacional de Innovación Agraria en Cultivos Andinos del INIA-CUSCO, en 1990. Es una planta erecta sin ramificación de 160 cm. de altura, panoja de forma amarantiforme y con un período vegetativo 160 días.

El tamaño de grano es mediano, de color blanco y con un bajo contenido de saponina. Es resistente al vuelco y de amplia adaptación, que va desde nivel del mar hasta los 3.900 m.s.n.m., teniendo un potencial de rendimiento de 3500 kg/ha y siendo susceptible al mildiú.

### 3.10.9 Illpa - INIA:

El INIA (2013) indica que es una variedad obtenida en 1997, producto del cruce de las variedades Sajama por Blanca de Juli. Posee hábito de crecimiento erecto, planta de color verde oscuro, altura de planta de 150 cm., panoja glomerulada compacta (Figura 6).

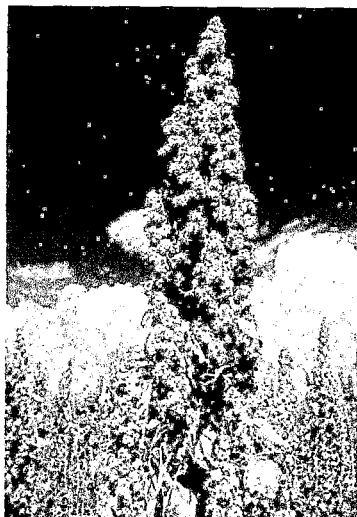


Figura 6: Panoja de la variedad Illpa-INIA

Su período vegetativo es de 145 días (precoz), con un grano de tamaño grande (2.0 mm de diámetro), de color blanco, y de mínimo contenido de saponina (dulce). Tiene un rendimiento en campo de 3000 Kg./ha., siendo tolerante al mildiú (*Peronospora variabilis*) y a heladas.

### 3.10.10 INIA 415 – Pasankalla:

El INIA (2013) indica que es una variedad liberada en el año 2006, obtenida por selección planta surco de ecotipos de la localidad de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno. El proceso de mejoramiento se realizó entre los años 2000 al 2005, en el ámbito de la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa-Puno, por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3800 y 3900 m.s.n.m. y soporta un clima frío seco. Es una variedad óptima para la agroindustria, con alta productividad, siendo su rendimiento potencial 4.5 tn./ha.

La planta alcanza una altura de 130 cm. y tiene un período vegetativo precoz de 144 días en el Altiplano. La panoja es de forma glomerulada (Figura 7), teniendo un grano grande, que tiene color plomo en el pericarpio y color vino en el episperma. Esta variedad presenta tolerancia al mildiú.





**Figura 7: Panoja de la variedad Pasankalla**

### **3.10.11 INIA 420 – Negra Collana:**

El INIA (2013) dice que es un compuesto de 13 accesiones, comúnmente conocidos como “Quyту jiwras”, que tienen su origen en las accesiones que fueron recolectadas en 1978 de las localidades de Caritamay, distrito de Ácora, provincia de Puno. El proceso de formación del compuesto, selección y validación fue realizado por el programa de Investigación en Cultivos Andinos – Puno, cuya liberación fue en el año 2008. Tiene buen potencial de rendimiento, precocidad y tolerancia a bajas temperaturas y a enfermedades.

La planta alcanza una altura que va de los 120 a 130 cm., teniendo un periodo vegetativo precoz de 140 días en el Altiplano. Tiene una panoja de forma glomerulada (Figura 8) que adquiere una coloración gris en la madurez. El grano es de tamaño pequeño, con un pericarpio de color gris y un episperma de color negro brillante.



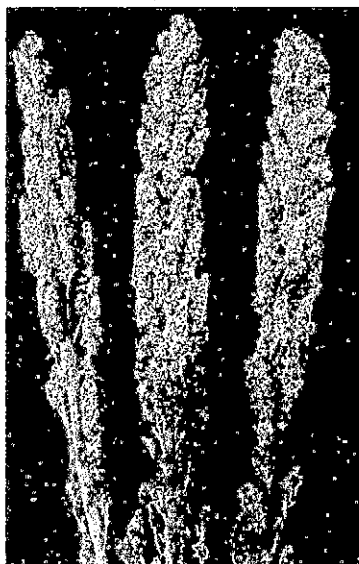
**Figura 8: Panoja de la variedad Negra Collana**

Lo importante de resaltar en esta quinua de grano negro es su constitución, ya que posee litio, potasio, calcio, hierro, magnesio y zinc, entre otros elementos, cuya ingestión, según la experiencia local recogida por Mujica (2008) en el altiplano, permite mitigar ansiedades, penas y otras vivencias que suelen deprimir a las personas.

### **3.10.12 INIA 427 – Amarilla Sacaca:**

El INIA (2013) precisa que es una variedad que fue liberada en el año 2011, obtenida por selección panoja surco del material colectado en la comunidad de Sacaca, distrito de Pisac, provincia de Calca, región Cusco. Tiene una adaptación óptima en valles interandinos, entre los 2750 y 3650 m. de altitud.

Posee un periodo vegetativo de 160 a 170 días, con una altura de planta de 170 cm. y un rendimiento promedio de grano de 3500 kg./ha. La panoja es de forma amarantíforme (Figura 9), teniendo una coloración anaranjada en la madurez. El grano es de buen tamaño, de color anaranjado y con alto contenido de saponina. Esta variedad presenta tolerancia al mildiú.



**Figura 9:** Panojas maduras de la variedad Amarilla Sacaca

### **3.10.13 INIA 431 – Altiplano**

El INIA (2013) indica que es una variedad de reciente liberación, en el año 2013, siendo obtenida en la Estación Experimental Agraria Illpa de Puno, mediante la crucea recíproca de las variedades Illpa-INIA por Salcedo-INIA. Esta variedad es de un periodo vegetativo de 150 días en el Altiplano y de 120 días en la costa, pudiendo alcanzar un rendimiento promedio de grano de 3000 kg./ha.

La planta puede alcanzar una altura de 150 cm., desarrollando una panoja de forma amarantiforme (Figura 10). El grano es de color blanco y posee un buen tamaño, además de poseer un contenido bajo de saponinas. La variedad presenta tolerancia al mildiú.

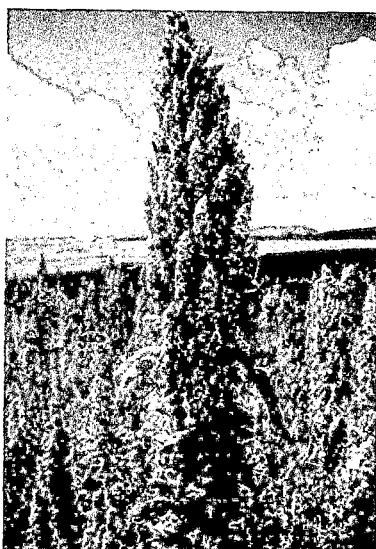


Figura 10: Panoja madura de la variedad INIA-Altiplano

### 3.11 MANEJO DEL CULTIVO

#### 3.11.1 Preparación de suelo

La preparación del suelo para el cultivo de quinua viene dado en referencia a la tecnología disponible en el lugar y a factores topográficos del suelo. Así, en terrenos planos y grandes, la utilización de una *mecanización agrícola mediante un tractor va ser factible* para la preparación del terreno para la siembra, en caso contrario, de disponer de terrenos accidentados, con pendiente elevada o de ubicación en laderas de los cerros, se va a tener que utilizar únicamente arado de yunta o la fuerza humana.

En la actualidad se pone mayor énfasis en esta labor, ya que de una buena preparación del suelo se va poder tener una buena siembra y con ello una buena densidad y establecimiento de plantas, asimismo va permitir aminorar el riesgo de problemas sanitarios, como la presencia de malezas que compitan en los primeros estadios del cultivo, así como problemas de “chupadera” por un mal drenaje del campo.

Mujica (1997) señala que la fecha oportuna de preparación de suelos es inmediatamente después de haber recogido la cosecha, en los meses de mayo y junio; esta situación bajo condiciones de sembrío en valles interandinos o el altiplano. De esta forma, se consigue incorporar los residuos de la cosecha al suelo, mejorando la cantidad de materia orgánica, ya que éstos podrán descomponerse en un tiempo prudencial; asimismo, al aprovechar la humedad existente aún en el suelo, se podrá trabajar a una profundidad adecuada, de 20 a 30 cm, para el posterior cultivo.

Dentro de una preparación tradicional en los andes, se menciona que la preparación de suelos es menos rígida, debido al sistema de rotación de cultivos establecida por el agricultor. Así, se tiene establecido que el cultivo de quinua le sigue al de papa, lo cual permite el aprovechamiento de la remoción del suelo, así como el uso del abonamiento efectuado.

Para una preparación de terreno tecnificada, se establecen etapas de trabajo, donde se desarrollan labores diversas. Así, Gómez (2012) recomienda seguir las siguientes labores:

**Aradura:** aprovechando la humedad del suelo, se debe trabajar a una profundidad mayor a 30 cm., donde se va a conseguir desmenuzar, voltear, enterrar las malezas y los residuos de cosecha aún presentes en el campo. Otro beneficio, será el airear el suelo, donde con la labor se podrá romper algún grado de compactación que pudiera haber. Dentro del cultivo de la quinua, esta labor permitirá un mayor desarrollo de las raíces de la quinua, una mayor penetración del agua de lluvia o de riego y una eliminación de huevos y larvas de algunos insectos dañinos para el cultivo.

**Desterronado:** al realizar la aradura del campo se va a tener terrones grandes, los cuales necesitan ser desmenuzados. El desterronado debe realizarse con una rastra de discos, pasándolos dos veces, en sentidos diferentes, donde se debe procurar tener terrones muy pequeños, que no puedan afectar el tamaño de los granos de quinua durante la siembra y establecimiento del cultivo.

**Nivelado:** la labor de nivelación se puede efectuar con un tablón nivelador atado detrás del implemento de la rastra. Va ser importante esta labor en los terrenos que serán conducidos bajo riego, ya que permitirá una buena conducción y/o distribución del agua, y con ello una germinación uniforme, así como evitar encharcamientos en el campo.

**Surcado:** va permitir establecer la distancia entre surcos en campo, dependiendo de la maquinaria empleada.

### **3.11.2 Semilla**

La utilización de semilla de buena calidad va ser primordial para el éxito de la siembra y posterior desarrollo del cultivo. Así, Apaza (2006) recomienda utilizar semilla certificada, que responda a una pureza varietal, es decir, que la semilla que utilizemos represente a una variedad y no sea una mezcla.

Para la obtención de semilla se tiene dos opciones, comprar semilla certificada o seleccionar y mantener una misma semilla de buena calidad. La primera opción demandará una buena inversión en dinero y la segunda invertir en tiempo, cuidado y dedicación en campo.

Dentro de los requisitos que debe reunir una buena semilla, Gómez (2012) refiere lo siguiente:

- Pureza genética: de cien semillas, 99-100 deben ser semillas de la variedad elegida.
- Pureza física: las semillas deben ser de quinua, enteras, de buen tamaño, sin piedrecillas o restos de cultivo. También deben de carecer de semillas de malezas u otros granos nativos.
- Poder germinativo y vigor: de cien semillas, deben germinar de 80 a 100 semillas en un periodo de 3 a 5 días.
- Libres de enfermedades que se transmiten por semilla.

### **3.11.3 Siembra:**

La época de siembra debe considerar muchos factores, entre ellos las condiciones climáticas del lugar y la variedad que se va a utilizar. En el caso de la siembra en los andes, las fechas coinciden con los inicios de la lluvia, entre los meses de octubre y diciembre. En el caso de la costa, la siembra se efectúa, generalmente, entre los meses de junio y agosto, utilizándose variedades precoces.

Dentro de la densidad de siembra que se maneja, los requerimientos para una hectárea van de 8 a 12 Kg., según el sistema de siembra a utilizar, ya sea al voleo o en surcos. Otro tipo de siembra lo constituye la siembra indirecta, mediante transplantes, donde la utilización de semilla va ser mínima; así, con un Kg. podemos cubrir una hectárea.

En lo que respecta a la siembra al voleo, demandará una mayor cantidad de semillas y a la experiencia de la persona que siembra para una buena distribución en campo. Este tipo de siembra no permite o dificulta realizar algunas labores culturales, como el desmalezado y el aporque.

Para Gómez (2012), la siembra por surcos va ser la más recomendada, ya que permite el uso de menos cantidad de semilla, facilita el deshierbe y aporque, así como controlar los problemas sanitarios. Los surcos pueden ser hechos por una yunta o con una surcadora, donde el distanciamiento será en función de los implementos disponibles para las labores culturales.

Sobre la ubicación de las semillas en el surco, éstas van a estar en función del sistema de riego a utilizar. Si se va a utilizar como fuente de riego el agua de lluvia, la semilla puede ubicarse a fondo de surco; en caso de la utilización de agua de regadío, la ubicación será en la costilla del surco. Asimismo, la profundidad de siembra va ser mínima, de unos 2 cm., ya que a mayor profundidad se tendrá dificultades en la emergencia por el tamaño pequeño de la semilla (Apaza, 2006).

### 3.11.4 Fertilización

Para la fertilización se recomienda siempre la realización de un análisis de suelo para saber las condiciones del campo, en materia a la disponibilidad de nutrientes que se tiene. Asimismo, otra consideración importante es saber el nivel de extracción de nutrientes que tiene el cultivo que vamos a sembrar.

En el caso de la quinua, si bien no se tiene información disponible acerca del nivel de extracción de nutrientes que tiene el cultivo, se tiene información de experiencias locales o regionales para poder establecer la dosis de fertilización a emplear. Teniendo en cuenta el historial del campo, esto referido a saber la secuencia de cultivos anteriores, podemos formular algunas dosis como las que recomienda Gómez (2012) para la región andina:

- Después de papa: 60-40-20 de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O
- Después de cereales: 100-80-40 de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O
- Después de leguminosas: 40-40-20 de N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O

Otra consideración será el potencial de rendimiento de la variedad a emplear, ya que variedades muy rendidoras tendrán necesidad de mayor cantidad de nitrógeno. Por su parte, Mújica (1997), en base a experimentos desarrollados en diversos lugares de la sierra, recomienda en términos generales utilizar la fórmula 80-40 unidades de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; similar posición tuvo Tapia (1979). Con esto, agrega, se muestra que la quinua responde bien a la fertilización nitrogenada, poco al fósforo y casi nada al potasio; esto en correspondencia a que los suelos de la sierra son pobres en nitrógeno, medianos en fósforo y ricos en potasio. Para el caso de la fertilización del cultivo de quinua en la costa, ésta va a estar en función de las características del suelo, expectativas de rendimiento de la variedad y al nivel de tecnología aplicada.

Sobre la época de aplicación y ubicación del fertilizante, es importante tener en cuenta, primeramente, la necesidad de fraccionamiento que se tendrá con el nitrógeno. Los múltiples ensayos realizados en el cultivo de quinua han determinado que durante la siembra sólo debe ir la mitad de la dosis del nitrógeno, completando la totalidad durante la labor cultural de aporque, cuando la planta tenga entre 20 y 35 cm. de altura; para el caso del fósforo y potasio a utilizar, deben ser aplicados en su totalidad durante la siembra.

Sin embargo, se tiene otras propuestas de fraccionamiento en el caso del nitrógeno, donde se habla de hasta tres fraccionamientos. Apaza, Mujica y Canahua (2003) refieren que el nitrógeno debe ser aplicado en una tercera parte en la siembra, otro tercio durante el inicio del panojamiento y el tercio final durante la floración, así se tendrá rendimientos más favorables de la quinua.

El fertilizante, durante la siembra, es aplicado a fondo de surco, siendo tapado para poder derramar a línea corrida la semilla. La siguiente fertilización nitrogenada va ser después

del deshierbe y aprovechando el aporque a realizar para tapar el fertilizante. Así, esta aplicación se efectuará a lo largo del surco, entre las plantas de quinua.

En lo que respecta a la realización de un abonamiento orgánico, estos deben ser aplicados dos o tres meses antes de la siembra, teniendo que ser enterrados, permitiendo que se descompongan y liberen los nutrientes para el cultivo en forma oportuna. Sobre la cantidad a aplicar, va a depender de la riqueza que poseen estos abonos orgánicos, siendo recomendable tener un análisis de su composición.

Acerca del ritmo de absorción de los nutrientes, van a estar en correspondencia al crecimiento y desarrollo del cultivo. Así en el caso de la quinua, CARE (2012) dice que se va a tener una gran absorción inicial hasta el segundo mes y luego alrededor de los 100 días posteriores a la siembra, coincidiendo estas épocas con las etapas de mayor desarrollo y de máxima acumulación de materia seca del cultivo.

### **3.11.5 Labores culturales:**

**Desmalezado:**

Gómez (2012), dice que la labor de deshierbe se debe realizar desde un inicio, para favorecer un buen establecimiento del cultivo en campo, ya que las plantas de quinua en su fase inicial no son buenas competidoras de malezas, pudiendo éstas inhibir su crecimiento en sus primeros estados fenológicos. Tradicionalmente se realiza el desmalezado cuando las plantas de quinua tienen de 8 a 10 pares de hojas verdaderas o han alcanzado 20 cm. de altura, considerado momento crítico. La eliminación de malezas puede realizarse manualmente, ya sea entre las plantas o entre los surcos; y también puede realizarse mecánicamente, con el uso de una cultivadora o una yunta, entre los surcos, permitiendo aflojar el terreno para la siguiente labor del aporque.

**Desahije:**

La labor de desahije, entesaque o raleo se realiza con la finalidad de evitar competencia por espacio y nutrientes entre las plantas de quinua, permitiendo con ello un óptimo crecimiento y desarrollo. Este trabajo debe efectuarse paralelamente al deshierbo, donde con ello se consigue establecer una buena densidad de plantas en campo. Mujica (1997) refiere que lo ideal es tener de 10 a 15 plantas como máximo por metro lineal. El evitar altas densidades nos va permitir tener plantas de buen desarrollo y conformación.

**Aporque:**

Es una labor cultural que se realiza con el fin de brindar sostenibilidad o buen anclaje a las plantas de quinua, evitando con ello un tumbado. Esta actividad es posterior al desmalezado y raleo, efectuándose cuando el campo posea una humedad óptima, pudiendo realizarse con instrumentos manuales (como lampas, palas), yuntas o un implemento agrícola jalado por un tractor. Asimismo, con esta actividad se permite cubrir la segunda dosis de fertilización nitrogenada.

Adicionalmente, es muy importante conocer las características de crecimiento y desarrollo de la variedad utilizada, ya que con ello se puede considerar la necesidad de realizar un aporte complementario, o realizar sólo un aporte muy alto, cuando la variedad que se siembra es de una altura de planta considerable.

### **3.11.6 Cosecha**

La cosecha de las plantas se realiza cuando éstas llegan a la madurez fisiológica, la cual se reconoce cuando las hojas se tornan amarillentas, cayendo con facilidad, y el grano al ser presionado por la uña presenta resistencia, dificultando su penetración; el tiempo transcurrido es variable, pudiendo ir de los 4 a 8 meses, según el ciclo vegetativo de la variedad empleada. Sobre la forma de cómo realizar la cosecha, ésta puede ser manual, manual-mecánica o mecánica. Gómez (2012) describe cada una de las etapas a seguir de la siguiente manera:

**Siega:** es una labor que es preferible realizar a primeras horas de la mañana, para evitar el desgrane de las panojas. Con ayuda de una hoz se cortan los tallos a una altura de 20 cm. sobre el suelo.

**Secado:** se elaboran arcos o parvas con los tallos de quinua cortados, poniendo las panojas hacia arriba; para cubrir las panojas de las lluvias o granizadas se acostumbra cubrirlas con paja o plásticos. Esta actividad va durar de 7 a 15 días.

**Trilla:** es la separación del grano de la panoja, donde se colocan las panojas sobre mantadas, para luego efectuar un golpeo con ayuda de palos. Otra forma de separar los granos es frotando las panojas en una piedra, pisándolas con animales de carga o llenando las panojas en plásticos para luego ser pisadas por un vehículo o tractor.

**Venteo y limpieza:** al efectuar la trilla se tiene muchas impurezas, por ello se efectúa la limpieza con ayuda del viento, consiguiéndose separar restos de hojas, tallo y envolturas florales.

**Secado:** es conveniente secar los granos mediante la radiación solar hasta obtener la madurez comercial y reducir la humedad, con ello se evitará procesos de fermentación y amarillamiento en el grano, lo cual reduce su calidad.

## **3.12 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA QUINUA**

### **3.12.1 Plagas de la quinua**

La quinua sufre el ataque de una serie de insectos durante todo el ciclo vegetativo, desde que las plantas emergen hasta su madurez. Estas plagas de insectos causan diversos daños



en el cultivo de quinua, pudiendo reducir el rendimiento a niveles significativos. Así, según el tipo de daño que causan, Mujica (1997) las clasifica en cuatro grupos:

- Cortadores de plantas tiernas:

Existen por lo menos tres especies que pertenecen al grupo complejo denominado en el altiplano “ticonas”, que hacen mención a los gusanos de tierra. Las especies a las que se alude son: *Feltia experta*, *Copitarsia turbata*, *Agrotis ípsilon* y *Spodoptera eridania*, que pertenecen a la familia Noctuidae y al orden Lepidoptera. Los daños causados en el cultivo lo realizan en estado inmaduro, es decir, en estado larval. De hábitos nocturnos, las larvas atacan la quinua en sus primeros estadios o recién emergidas, cortando las plántulas a la altura del cuello de la raíz. En ataques severos, los campos de quinua presentan gran número de fallas obligando a resembrar y en caso extremos a voltear el terreno.

- Minadores y destructores de granos

En este grupo se encuentra la plaga más importante de la quinua a nivel de la región andina, siendo esta *Eurysacca melanocampta*, conocida como “kcona-kcona”. Las larvas de la primera generación minan las hojas, pegas hojas y brotes tiernos, destruyen inflorescencias en formación; en cambio, las larvas de la segunda generación destruyen inflorescencias formadas, granos lechosos, pastosos y maduros (Ortiz, 2001).

Otro insecto de este grupo es la mosca minadora, que en estado inmaduro perfora la epidermis de las hojas alcanzando tejido parenquimático. Allí se alimentan produciendo galerías o minas de aspecto blanquecino sucio en zigzag. *Spolodea recurvalis*, ocasiona también daños en estado larval, alimentándose de hojas tiernas y flores. Posteriormente forman nidos pegando los glomérulos de las inflorescencias con hilos de sedas que ellas mismas fabrican; también pueden destruir los granos pastosos y maduros (Mujica, 1997).

- Masticadores y defoliadores

En este grupo se encuentran *Epicauta latitarsis*, o escarabajo negro, *Epitrix yanazara* y *Epitrix subcrinita*. El daño de estas especies se realiza en estado adulto. En el primer caso, los escarabajos atacan las hojas e inflorescencias tiernas, siendo más intensos los ataques cuando se producen periodos de sequía. Mujica (1997) refiere que producen esquematización y defoliación de la hoja, en caso de ataques severos pueden destruir campos en pocos días. En el caso de *Epitrix yanazara*, realizan perforaciones circulares en las hojas tiernas a manera de perdigones, siendo notorio su ataque en los primeros estadios de la planta.

- Picadores-chupadores

En este grupo de insectos se destaca por su importancia económica los pulgones, que además de producir daños directos son vectores de algunas enfermedades. En el caso de los

pulgonos, en condiciones de costa y lugares de la sierra con veranillos cobran importancia, ya que producen daños de importancia económica en ataques severos. Gómez (2012) dice que los daños que causan son de dos tipos: directos, cuando realizan la succión de la savia de las hojas, brotes, tallos tiernos e inflorescencias, causando marchitez y muerte de las plantas, e indirectos cuando producen la transmisión de enfermedades virósicas.

### 3.12.2 Enfermedades de la quinua

Las enfermedades en el cultivo de quinua son diversas. Gandarillas *et al.* (2014) refieren como la más importante a nivel mundial a *Peronospora variabilis* Gäum (anteriormente denominada *Peronospora farinosa* f.sp *chenopodii*), conocida como mildiú. También se tiene a los patógenos fungosos del suelo, referido al complejo de chupaderas fungosas de *Pythium* y *Rhizoctonia solani*, y a *Sclerotinia sclerotiorum*, siendo ésta última un patógeno potencial en algunas regiones costeras donde se cultiva la quinua. Otras enfermedades que pueden presentarse, según Mujica (1997), pero que sin embargo no revisten un nivel de importancia, son: la pobredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua* var. *foveata*), la mancha foliar (*Ascochyta hyalospora*), la mancha ojival del tallo (*Phoma spp*) y la mancha bacteriana (*Pseudomonas spp*).

En el caso de los patógenos fungosos del suelo, siempre se encuentran como habitantes naturales, siendo saprofiticos y necrótrofos, es decir, parásitos facultativos. Agrios (2002) manifiesta que matan tejido vivo, al liberar enzimas que se encargan de la degradación, y tienen como una condición favorable la alta humedad del suelo. Los daños que causan se observan en el colapso de plántulas, con la marchitez de las hojas cotiledonales y el estrangulamiento en el cuello.

Con respecto al mildiú (*Peronospora variabilis*), es la enfermedad más común de la quinua. Ames y Danielsen (2001) manifiestan que el organismo que lo causa se disemina en el campo por medio de esporangios y se puede conservar de una campaña agrícola a otra por medio de estructuras de conservación que se llaman oosporas, las cuales invernan en el rastrojo que queda después de la cosecha. Agrega que estas estructuras pueden conservarse también en la semilla de la quinua.

La enfermedad se inicia con un ligero cambio de color en la cara superior de la hoja, en forma más o menos circular. Para Ames y Danielsen (2001) la zona de inicio puede ser ligeramente clorótica, o en variedades rojas tomar un tinte encarnado, y a medida que se desarrolla la enfermedad la zona afectada puede ser clorótica o coloreada, plana o abolsonada, según la variedad (Figura 11). En la cara inferior de una hoja afectada y en la zona donde está la lesión se observa claramente un sobrecrecimiento fungoso de color ligeramente plumizo, constituido por haces de esporangioforos y esporangios, las estructura propagativas.

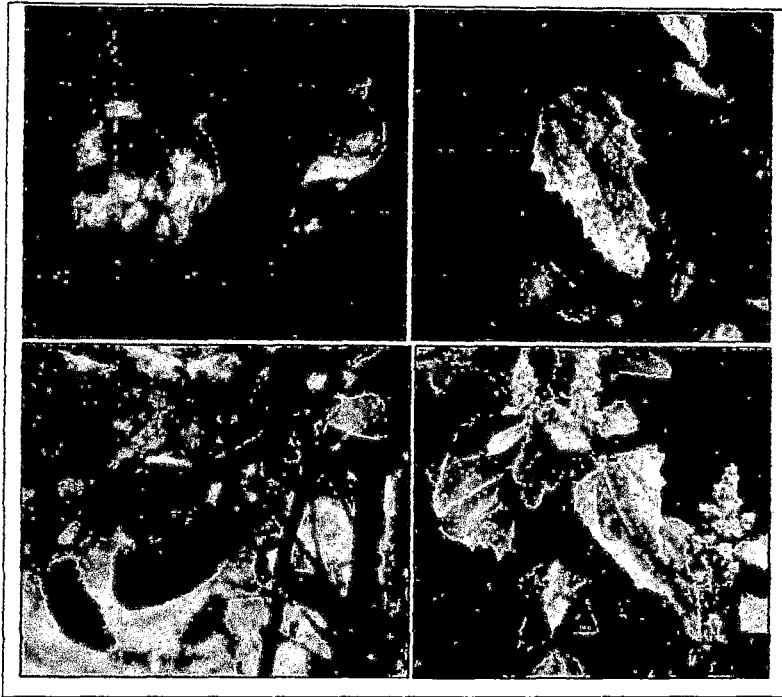


Figura 11: Síntoma del mildiú en algunas variedades de quinua (Fuente: Danielsen y Ames, 2000)

Las primeras hojas afectadas son generalmente las de la base de la planta, esto porque es la zona donde se concentra la humedad por más tiempo; precisamente la alta humedad relativa es la condición favorable para la formación y propagación de estructuras, refieren Gandarillas *et al.* (2014), donde el mantenimiento de esta condición puede permitir un crecimiento exponencial de la enfermedad. Por su parte, Bonifacio (2001) manifiesta que la enfermedad puede provocar el enanismo y la defoliación prematura, donde en ataques severos y en las fases fenológicas más críticas de la planta, la enfermedad puede provocar la pérdida total en caso de cultivar variedades susceptibles.

Para el control de la enfermedad del mildiú, se recomienda realizar un manejo integrado, elaborando una estrategia básicamente de prevención. Así, se debe tener en cuenta el componente genético, referido a elegir una variedad de quinua que sea tolerante a esta enfermedad. En segundo lugar, se debe tener en cuenta el componente cultural, poniendo énfasis en una rotación adecuada de cultivos, con una buena preparación del terreno que lleve a eliminar todos los restos de cosecha, así como en el hecho de trabajar con una densidad de plantas adecuada. Finalmente, se tiene el componente químico, donde se debe hacer una aplicación preventiva de fungicidas según el periodo crítico en el que se encuentre el cultivo.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS:**

### **4.1 ÁREA DE EXPERIMENTACIÓN**

#### **4.1.1 Ubicación**

La investigación se realizó en el distrito de La Unión-Leticia, provincia de Tarma, región Junín, entre los meses de noviembre del año 2013 y julio del año 2014. Este distrito se encuentra situado en la parte noroeste de la provincia de Tarma, a unos 15 Km. de distancia. Enclavado sobre una meseta amplia, la agricultura local se basa en el cultivo de hortalizas, como lechuga, espinaca, orégano, zanahoria y cebolla; cereales, como la cebada y la avena, y leguminosas, como la arveja y el haba.

Geográficamente, el distrito se encuentra de la siguiente manera:

- Altitud: 3450 m.s.n.m.
- Latitud Sur: 11°22'53.26"
- Longitud Oeste: 75°45'14.02"

#### **4.1.2 Historial del campo**

El campo utilizado en la investigación se encontraba con nueve meses de descanso, teniendo como cultivos, en las dos campañas anteriores, a la arveja y habas, trabajadas de manera convencional y con riego por gravedad.

#### **4.1.3 Clima**

El distrito de La Unión-Leticia, de la provincia de Tarma, presenta las condiciones climáticas típicas de una zona de transición entre las regiones geográficas Quechua y Suni, en correspondencia a la altitud de ubicación, de 3450 m.s.n.m. Los datos meteorológicos se tomaron de manera referencial de la Estación Tarma (Anexo 1), ubicada a unos 15 km. del lugar donde se realizó la investigación y a una altitud de 3000 m.s.n.m.

Los valores promedios arrojados para algunas variables meteorológicas, entre los meses de noviembre a julio, que fue el periodo de cultivo, fueron:

- Temperatura máxima (°C): 20.56
- Temperatura mínima (°C): 5.8
- Precipitación (mm.): 279.7

#### **4.1.4 Suelo**

El suelo utilizado en la investigación es de relieve topográfico plano. Los resultados del análisis de caracterización, efectuado por el Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Plantas de la UNALM (Anexo 2), muestran que es un suelo de textura franco arenosa, con un pH de 7.91, moderadamente alcalino y con un contenido de materia orgánica bajo, de 1.69%. El porcentaje de carbonatos de calcio con que se cuenta es de 51.5%, un valor excesivamente alto que puede ocasionar problemas por la fijación de elementos como el fósforo (P) y algunos micronutrientes, como el hierro (Fe), cobre (Cu), Boro (B) y zinc (Zn).

#### **4.2 MATERIALES**

Material genético: las variedades comerciales de quinua utilizadas en el ensayo fueron

- Blanca de Hualhuas
- Rosada de Huancayo
- INIA 415 - Pasankalla
- Kancolla
- Illpa - INIA
- Blanca de Juli
- Salcedo - INIA
- INIA 420 - Negra Collana
- INIA 431 - Altiplano.
- Amarilla de Marangani

Las variedades tienen diversos lugares de origen (Cuadro 6), así las variedades Blanca de Hualhuas y Rosada de Huancayo provienen del valle del Mantaro, región Junín; las variedades INIA 415-Pasankalla, Kancolla, Illpa-INIA, Blanca de Juli, Salcedo-INIA, INIA 420-Negra Collana e INIA 431-Altiplano tienen como lugar de origen el altiplano puneño y fueron proporcionadas por el Ing. Mg. Sc. Vidal Apaza de la Estación Experimental Illpa, del INIA de la región Puno. Finalmente, la quinua Amarilla de Marangani proviene de la región Cusco. Asimismo, la prueba de germinación efectuada en las semillas arrojó un rango de entre 90 y 95%, en un tiempo de dos días.

Otros materiales utilizados, en el caso de la delimitación de las parcelas, fueron: estacas de fierro, pabito y wincha. Los insumos utilizados durante el desarrollo del cultivo fueron: Urea, Fosfato diamónico, Cloruro de potasio, Abono foliar (Power Gizer), Insecticida (Sherpa) y Fungicida (Ridomil).

#### **4.3 METODOLOGÍA**

Las diez variedades comerciales de quinua fueron sembradas bajo dos sistemas de cultivo (Cuadro 7). El primero es un sistema de cultivo tradicional y el segundo se sustenta en un sistema de producción con el uso de una tecnología media.

**Cuadro 6: Características de las variedades de quinua utilizadas en la investigación**

	<b>Blanca de Hualhuas</b>	<b>Rosada de Huancayo</b>	<b>Pasankalla</b>	<b>Kancolla</b>	<b>Ilpa-INIA</b>	<b>Blanca de Juli</b>	<b>Salcedo-INIA</b>	<b>Negra Collana</b>	<b>Altiplano-INIA</b>	<b>Amarilla de Marangani</b>
<b>Lugar de origen</b>	Valle del Mantaro	Valle del Mantaro	Altiplano	Altiplano	Altiplano	Altiplano	Altiplano	Altiplano	Altiplano	Cusco
<b>Adaptación (m.s.n.m.)</b>	3200	3200	3800 a 3900 Costa	3800 a 3900	3800 a 3900	3800 a 3900	3800 a 3900 Costa	3800 a 3900	3800 a 3900 Costa	3650
<b>Ciclo vegetat. (días)</b>	160 a 170	170	144 (Altipl.) 105 (Costa)	170	145	160	150 (Altip.) 120 (Costa)	140	150 (Altip.) 120 (Costa)	190 a 210
<b>Altura de planta (cm.)</b>	157	146	130 a 140	100 a 110	150 a 180	120	148 a 170	120	150	170
<b>Color de pericarpio</b>	Crema	Crema	Plomo claro	Crema	Crema	Blanco opaco	Crema	Gris	Crema	Amarillo
<b>Color de episperma</b>	Blanco	Blanco	Vino oscuro	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Negro brillante	Blanco	Blanco
<b>Longitud de panoja (cm.)</b>	43.6	51	30 a 35	30	30.5	30 a 35	34 a 40	30 a 35	33.8	40 a 65
<b>Forma de panoja</b>	Amarantiforme	Amarantiforme	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Amarantiforme
<b>Color de panoja a la madurez</b>	Amarilla	Amarilla	Gris	Rojo	Blanco	Blanca	Blanca	Gris	Blanco	Anaranjada
<b>Diámetro de grano (mm.)</b>	2.1	2.0	2.10	1.80	2.20	1.60	2.0	1.60	2.20	2.0
<b>Rdto. (Kg/ha)</b>	3200	2800	3540	1500 a 2000	3000	1500 a 2000	2500 (Altip.) 6000 (Costa)	3000	3000	3500

Fuente: INIA (2013)

El sistema tradicional propuesto se basa en la realización básica de algunas labores culturales en campo, teniendo una dosis de fertilización mínima, recomendada para condiciones de producción altoandina. La fuerza de trabajo para la preparación del terreno es animal, complementada con la manual, extendiéndose ésta última para todas las labores necesarias a lo largo del desarrollo del cultivo. Las características de este sistema de cultivo fueron establecidas teniendo en cuenta las particularidades de la forma de trabajo tradicional de los agricultores de la localidad.

En el caso del sistema de tecnología media propuesto, las labores culturales establecidas son asumidas como las más idóneas a realizar en un cultivo o campo comercial de quinua, teniendo una mayor dosis de fertilización con respecto al otro sistema, complementándola con una aplicación foliar. La fuerza de trabajo es mecanizada en un inicio, para la buena preparación del terreno para la siembra, y luego es manual para la realización de las labores culturales necesarias.

**Cuadro 7: Sistemas de cultivo utilizados en la investigación**

Sistema Tradicional	Sistema de Tecnología Media
Preparación de terreno con tracción animal	Preparación de terreno mecanizada
Fertilización química: 80-40 unidades de N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> por hectárea	Fertilización química: 100-60-40 unidades de N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O por hectárea
Sin abono aboliar	Uso de abono foliar (8-32-5 + micronutr.)
Sin desahije (56 plantas por metro lineal)	Con desahije (26 plantas por metro lineal)
Control manual de malezas	Control manual de malezas
Aporque manual	Aporque manual
Sin control de plagas	Control químico de plagas
Control químico de enfermedades	Control químico de enfermedades
Cosecha manual-mecánica	Cosecha manual-mecánica

Asimismo, las variedades de quinua, de ambos experimentos, fueron cultivadas bajo condiciones de secano, es decir con lluvia, prescindiéndose del agua de regadío. El desarrollo del cultivo de quinua en ambos ensayos se inició el 24 de noviembre del 2013, con la siembra de los campos, y concluyó con la cosecha de las variedades de mayor periodo vegetativo a fines de junio del 2014.

#### 4.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación realizada consistió en dos experimentos, los cuales se denominaron según la forma de cultivo practicada, como: sistema tradicional y sistema de tecnología media. En cada experimento se tuvo diez tratamientos que estuvieron dados por las variedades de quinua. De esta forma, el diseño estadístico utilizado, en cada ensayo o experimento, fue el diseño de bloques completos al azar (DBCA), teniéndose diez tratamientos bajo tres repeticiones. Para la comparación de medias se utilizó la Prueba Tukey. Los análisis de variancia y la prueba Tukey fueron realizados con el programa estadístico SAS.

## 4.5 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada una de las diez variedades o tratamientos fueron sembradas en parcelas, al fondo de surco y a chorro continuo. Las parcelas de ambos experimentos (Cuadro 8) tenían cinco surcos de 2.5 metros de largo, con una separación entre surcos de 0.60 metros. Se tuvo tres repeticiones por cada variedad de quinua, donde al ser diez el número de tratamientos se tuvo 30 parcelas para cada experimento o sistema de cultivo (Cuadro 9), sumando en total 60 parcelas. Para la separación de parcelas se utilizó el cultivo de maíz, sembrándose un surco entre las parcelas. Asimismo, para las evaluaciones de las variables establecidas se tomó únicamente los tres surcos centrales de cada parcela, donde con ello se tuvo una sub-parcela de un área de 4.5m<sup>2</sup>.

**Cuadro 8: Características de la parcela experimental**

Largo de surco (m)	2.5
Distancia entre surcos (m)	0.60
Número de surcos	5
Área de parcela (m <sup>2</sup> )	7.5
Número de surcos evaluados	3
Área de sub parcela (m <sup>2</sup> )	4.5 m <sup>2</sup>
Densidad de siembra (Kg./ha)	12

## 4.6 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### 4.6.1 Ensayo 1: Sistema tradicional

Preparación del terreno:

La preparación del terreno, en descanso desde el mes de enero del 2013, se inició con un riego de machaco efectuado a mediados del mes de octubre, realizándose el 18 de octubre la aradura con ayuda de dos caballos. Luego de transcurridas cuatro semanas, el 11 de noviembre se procedió a hacer otra aradura, de manera cruzada en el terreno. El mullido de terrones grandes se realizó manualmente con ayuda de un pico. El surcado final se realizó el 15 de noviembre, con ayuda de un caballo.

Abonamiento:











El campo no tuvo abonamiento animal previo, se trabajó con fertilizantes en la dosis contemplada para este ensayo (80-40-00 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Así, en la siembra se colocó la mitad de la dosis nitrogenada, en una cantidad de 40 kg./ha, en forma de urea y fosfato diamónico. Con respecto a la dosis de fósforo, se colocó toda la cantidad de 40 kg./ha., en forma de fosfato diamónico. Cuando se efectuó la labor cultural de deshierbe se aplicó la segunda dosis de nitrógeno, previo al aporque. La aplicación de los fertilizantes se realizó a chorro continuo en el fondo de surco.



**Cuadro 9: Distribución de parcelas en los dos sistemas de cultivo**

Bloque I				
103	109	101	102	107
110	105	108	106	104
Bloque II				
210	209	208	207	206
201	202	203	204	205
Bloque III				
310	309	308	307	306
301	302	303	304	305

**Tratamientos:**

	Variedad: Blanca de Hualhuas
	Variedad: Rosada de Huancayo
	Variedad: INIA 415-Pasankalla
	Variedad: Kancolla
	Variedad: Illpa-INIA
	Variedad: Blanca de Juli
	Variedad: Salcedo-INIA
	Variedad: INIA 420-Negra Collana
	Variedad: INIA 431-Altiplano
	Variedad: Amarilla de Marangani

#### Siembra:

La siembra fue realizada el 24 de noviembre del 2013, a mano y a chorro continuo, aprovechando la humedad presente en el terreno a consecuencia de las primeras lluvias. Se colocó las semillas al fondo de surco, siendo tapadas ligeramente con ayuda de un pico. La densidad de siembra de semilla utilizada fue de 12 kg./ha.

#### Densidad de plantas en campo:

Como en este sistema de cultivo no se realizó la labor cultural de desahije, el número de plantas estuvo dado en promedio, para cada parcela, de la siguiente manera: 56 plantas por metro lineal o 94 plantas por m<sup>2</sup>.

#### Control de malezas:

El control de malezas fue efectuado en dos momentos; el primero a los 35 días de la siembra, a fines del mes de diciembre del 2013, cuando las plantas tenían seis hojas verdaderas. Posteriormente, dos semanas después, a mediados de enero del 2014, se efectuó el segundo desmalezado, para aplicar la segunda mitad de la dosis nitrogenada. Esta labor cultural fue realizada manualmente y con ayuda de una picota.

#### Control sanitario:

La presencia de plagas en las parcelas no fue perceptible; no se tuvo problemas con gusanos de tierra, si bien en los primeros estadios del cultivo se observó algunas comeduras de hojas, no fue necesario realizar algún tipo de control. Los insectos que realizaron daño foliar fueron *Diabrotica sp.* y *Astylus sp.*, presentes en un mínima cantidad, por lo que no fue necesario efectuar un control químico.

En lo que respecta a enfermedades, se tuvo problemas con *Peronospora variabilis* Gäum, mildiú, siendo necesario el efectuar tres aplicaciones a lo largo del periodo vegetativo. La primera aplicación se realizó a mediados del mes enero del 2014, con un producto sistémico que tiene como ingrediente activo al Metalaxil (Ridomil), cuando las plantas se encontraban en el periodo fenológico de 6 y 8 hojas verdaderas. La segunda aplicación, con el mismo producto, se efectuó 10 días después. Una tercera aplicación se efectuó a fines del mes de febrero, en la etapa de floración.

#### Cosecha, trilla y venteo:

La cosecha se efectuó entre los meses de abril y junio del 2014. Las variedades precoces se cosecharon a fines del mes de abril del 2014 y la última variedad, la más tardía, se cosechó a fines de junio del 2014. El proceso de cosecha fue del tipo manual-mecánico, realizándose el corte de plantas con ayuda de una hoz y la trilla, después del secado correspondiente, con una trilladora estacionaria del Programa de Cereales y Granos

Nativos en el IRD-Sierra de la provincia de Jauja. La limpieza del grano fue realizado manualmente, aprovechando las corrientes de aire de las tardes.

#### **4.6.2 Ensayo 2: Sistema de tecnología media**

Preparación del terreno:

El terreno, también en condición de descanso, fue sometido a un riego de machaco a mediados del mes de octubre, donde posteriormente, a fines de mes, se efectuó la aradura con arado de discos. Después de transcurridas 3 semanas, a mediados de noviembre, se realizó el mullido de los terrones con un arado de rastras, en dos cruzadas en sentidos opuestos. Para el surcado de terreno se utilizó un caballo, debido a que el tractor no contaba con el implemento de surcado.

Abonamiento:

El campo no tuvo abonamiento animal previo, se utilizó fertilizantes en la dosis contemplada para este ensayo (100-60-40 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Así, en la siembra se colocó la mitad de la dosis nitrogenada, en una cantidad de 50 kg./ha, en forma de urea y fosfato diamónico. Con respecto a la dosis de fósforo, se colocó toda la cantidad de 60 kg./ha., en forma de fosfato diamónico.; similar ocurrió con la dosis de potasio, colocándose los 40 kg./ha. en forma de cloruro de potasio. Cuando se efectuó la labor cultural de deshierbe se aplicó la segunda dosis de nitrógeno, previo al aporque La aplicación de los fertilizantes se realizó a chorro continuo en el fondo de surco.

En este ensayo se utilizó abono foliar, con el producto Power Gizer, que contiene macronutrientes (8-32-5 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) y micronutrientes (Fe, Zn), pudiendo complementar la fertilización de suelo. La aplicación foliar se dio durante las etapas fenológicas de panojamiento y floración.

Siembra:

La siembra fue realizada el 24 de noviembre del 2013, de forma similar al ensayo anterior.

Desahije:

Esta labor cultural se realizó conjuntamente con el deshierbo, a mediados del mes de enero del 2014. Se retiró de cada surco las plantas más débiles, dejando un distanciamiento de 5cm entre plantas. Así, después de realizada esta práctica, se tuvo 26 plantas por metro lineal o 43 plantas por m<sup>2</sup>.

Control de malezas:

Efectuado de manera similar al ensayo anterior.

Control sanitario:

La presencia de plagas en las parcelas estuvo dado por insectos comedores de hojas, como *Diabrotica* sp. y *Astylus* sp. No se tuvo problemas con gusanos de tierra. Si bien la población de estos insectos en campo fue mínima, se efectuó un control químico con un producto del grupo químico de las Cipermetrinas (Sherpa), aprovechando la aplicación del abono foliar.

En lo que respecta a enfermedades, se tuvo problemas con *Peronospora variabilis* Gäum, mildiú, desde los primeros estadios del cultivo. Las aplicaciones fueron de manera simultánea al anterior ensayo.

Cosecha, trilla y venteo:

Estas labores se efectuaron similarmente a lo descrito en el anterior ensayo.

#### **4.7 PARÁMETROS EVALUADOS**

Se realizó una evaluación agronómica y económica de las diez variedades comerciales de quinua bajo los dos sistemas de cultivo. La evaluación agronómica estuvo referida al análisis y a la determinación de los siguientes parámetros:

- Rendimiento de grano: al momento de la cosecha de las parcelas se tomó los tres surcos centrales del total de cinco que tenía cada parcela, donde el rendimiento de grano obtenido se llevó a la medida de kg./ha.
- Altura de planta: se tomó la altura (en cm.) de 10 plantas por parcela experimental, con ayuda de una regla graduada desde la base de la planta hasta el punto apical de la panoja, en el momento de la madurez fisiológica.
- Tamaño (longitud y diámetro) de panoja: se tomó la longitud de panoja al momento de la madurez fisiológica, de 10 plantas por parcela, así como el respectivo diámetro de la panoja de las plantas seleccionadas.
- Días a la floración: se estableció el número de días transcurridos desde la emergencia hasta la floración.
- Incidencia de plagas y enfermedades: se procedió a la evaluación de la presencia de plagas y enfermedades, teniendo en consideración la respuesta de cada variedad.
- Peso de 1000 granos: de la cantidad de granos cosechados en cada parcela se tomó una muestra para la evaluación de este parámetro.

- Porcentaje de proteínas del grano: de la cantidad de granos cosechados en cada parcela se tomó una muestra para la evaluación de este parámetro, en una máquina denominada Infratek del Laboratorio de Calidad del Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM.
- Granulometría: de la cantidad de granos cosechados en cada parcela se tomó una muestra para la evaluación de este parámetro, con ayuda de zarandas de distintas medidas.

A su vez, la evaluación económica estuvo referida en el cálculo del:

- Rentabilidad del cultivo: donde se halló en primer lugar el costo de producción, para, posteriormente, calcular la rentabilidad de cada tratamiento o variedad de quinua en los dos sistemas de producción establecidos.

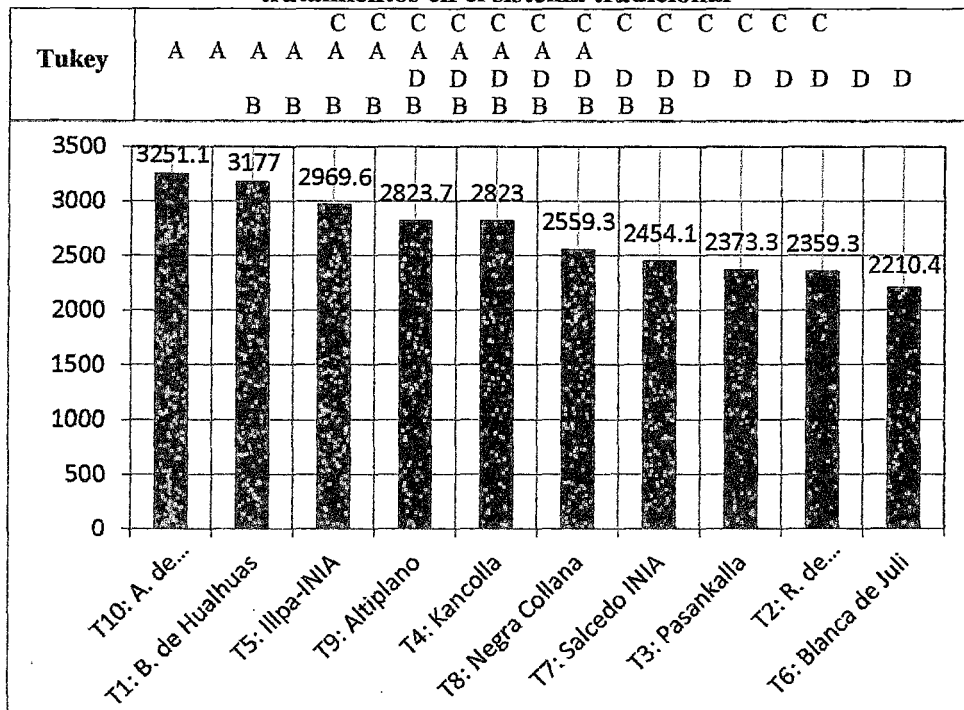
## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

### 5.1 SISTEMA TRADICIONAL

#### 5.1.1 Rendimiento de grano (kg./ha)

Para el rendimiento de grano (kg./ha), en el sistema tradicional, la prueba estadística señaló diferencias altamente significativas entre las variedades, con un coeficiente de variación de 9.38% (Anexo 3). Asimismo, en la prueba de medias Tukey efectuada (Cuadro 10) se puede apreciar que los mayores valores han sido obtenidos por las variedades Amarilla de Marangani y Blanca de Hualhuas, que corresponden a variedades de quinua tardías, teniéndose 3251.1 y 3177 kg./ha, respectivamente. El rendimiento obtenido en la variedad Amarilla de Marangani fue de un valor de casi 47% más con respecto a la variedad Blanca de Juli, que sólo obtuvo 2210.4 kg./ha.

**Cuadro 10: Rendimiento promedio de grano (kg./ha) y significación de prueba Tukey de los tratamientos en el sistema tradicional**



Si se toma en cuenta la forma de producción de este sistema, en relación a una preparación de terreno tradicional con animales, a una baja dosis de fertilización y a la no realización de la labor cultural de desahije, los rendimientos alcanzados son óptimos y están dentro de los márgenes de producción que se reportan en el INIA (2013) para variedades como:

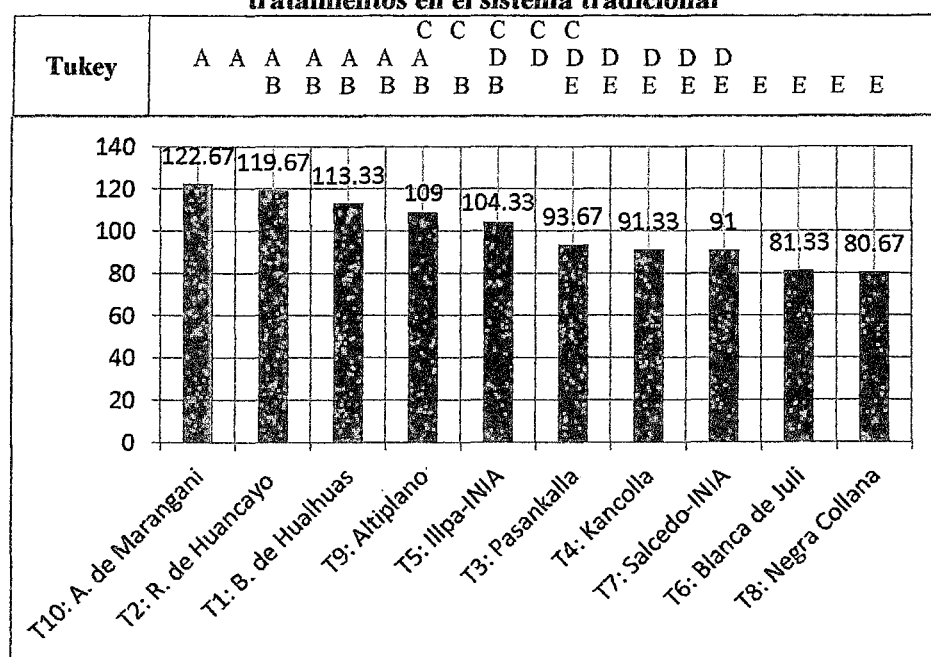
Amarilla de Marangani, con 3500 kg./ha; Blanca de Hualhuas, con 3200 kg./ha; Illpa-INIA, con 3000 kg./ha; Altiplano, con 3000 kg./ha y Salcedo-INIA, con 2500 kg. Asimismo, variedades como Kancolla y Blanca de Juli son descritas por el INIA (2013) con rendimientos que van de 1500 a 2000 kg./ha, una producción inferior a lo encontrado en este ensayo.

Si bien el sistema de cultivo tradicional implicó hacer un menor gasto en insumos y en labores culturales, las plantas de quinua pudieron crecer y desarrollarse óptimamente. Teniendo relación con las dosis moderadas de fertilización recomendadas para una buena producción en zonas altoandinas, como las que hace Mujica (1997) y Gómez (2012), este sistema de cultivo pudo obtener buenos rendimientos. A esta situación, se tiene que sumar, el hecho de que se tuvo un bajo nivel de incidencia de plagas, al ser la quinua un cultivo nuevo en la localidad.

### 5.1.2. Altura de planta (cm):

En lo que respecta a la variable altura de planta (cm.), la prueba estadística reportó diferencias altamente significativas para las variedades, con un coeficiente de variabilidad de 5,51% (Anexo 4). Mediante la prueba Tukey (Cuadro 11) se puede apreciar que la mayor altura de planta fue alcanzada por las variedades: Amarilla de Marangani, con 122.7 cm; Rosada de Huancayo, con 119.7 cm y Blanca de Hualhuas, con 113.3 cm, las cuales son de comportamiento tardío. En sentido opuesto, las variedades: Pasankalla, con 93.7 cm; Kancolla, con 91.3 cm; Salcedo-INIA, con 91 cm; Blanca de Juli, con 81.3 cm y Negra Collana, con 80.7 cm fueron los de menor altura, siendo éstas las que tuvieron un comportamiento precoz en el ensayo.

**Cuadro 11: Altura de plantas promedio (cm.) y significación de prueba Tukey de los tratamientos en el sistema tradicional**



La información disponible para esta variable, como del INIA (2013), reporta un promedio de altura de planta mayor a los obtenidos en este sistema de cultivo. El INIA indica, posiblemente bajo condiciones especiales, que la altura de planta de las variedades son: Amarilla de Marangani, con 165 cm; Rosada Huancayo, con 145 cm; Blanca de Hualhuas, con 157 cm; Altiplano, con 150 cm; Illpa-INIA, con 150 cm; Pasankalla, con 130 cm; Kancolla, con 110 cm; Salcedo-INIA, con 150 cm; Blanca de Juli, con 120 cm y Negra Collana, con 120 cm.

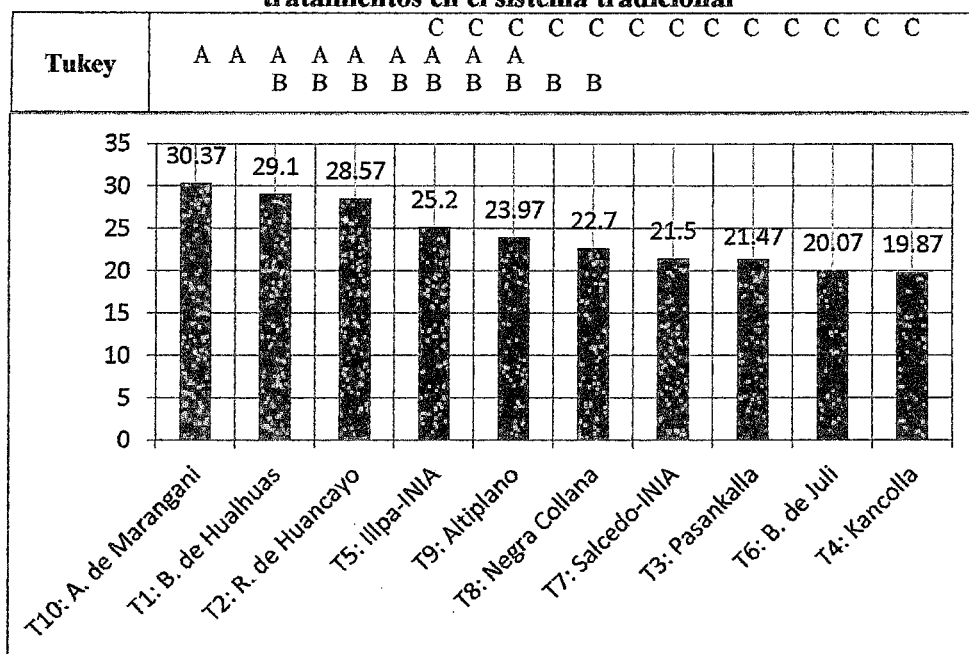
La altura de planta que puede alcanzarse durante el periodo vegetativo corresponde a las características propias de cada variedad, pero puede verse alterada por el manejo cultural, por las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo y por el aspecto sanitario. Así, los resultados obtenidos para los tratamientos pudieron verse influenciados por el nivel de fertilización dispuesto y por la densidad de plantas establecida; sobre este último aspecto, cabe señalar que en este sistema de cultivo no se realizó raleo o desahije, por lo que el número de plantas en campo pudo ser algo excesivo (56 plantas por metro lineal), yendo en desmedro de un normal crecimiento.

### 5.1.3 Tamaño de panoja:

#### Longitud de panoja

Acerca del tamaño de panoja, referido a la longitud (cm), la prueba estadística de análisis de variancia reporta diferencias altamente significativas entre las variedades y un 9.2% de coeficiente de variabilidad (Anexo 5). La prueba de medias Tukey (Cuadro 12) nos permite ver las diferencias entre las variedades de quinua en estudio.

**Cuadro 12: Longitud de panoja promedio (cm.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema tradicional**



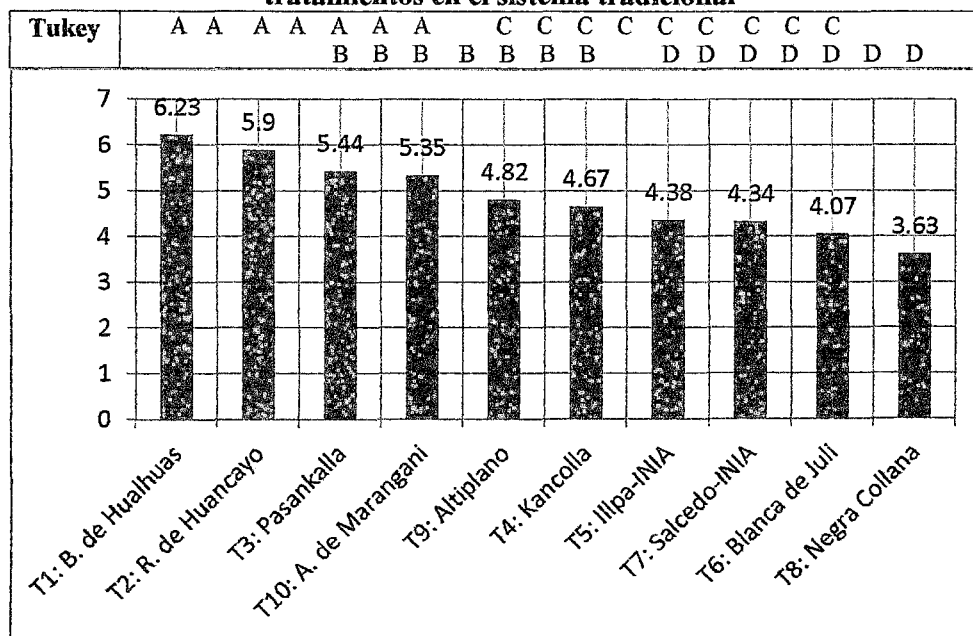


Como ocurrió con el anterior parámetro, altura de planta, los mayores valores alcanzados se obtuvieron en las variedades tardías: Amarilla de Marangani, Blanca de Hualhuas y Rosada de Huancayo, con 30.37, 29.1 y 28.57 cm., respectivamente. Los valores más bajos correspondieron a las variedades precoces: Salcedo-INIA, con 21.5 cm; Pasankalla, con 21.5 cm; Blanca de Juli, con 20.1 cm y Kancolla, con 19.9 cm.

### Diámetro de panoja

Para el diámetro de panoja, se encontró diferencias altamente significativas entre las variedades y un coeficiente de variabilidad de 6.38% (Anexo 6). La prueba de comparación de medias, Tukey (Cuadro 13), muestra las diferencias entre las variedades, en donde se obtuvo los mayores tamaños en el diámetro de panoja con las variedades tardías: Blanca de Hualhuas, con 6.23 cm y Rosada de Huancayo, con 5.9 cm.

**Cuadro 13: Diámetro promedio de panoja (cm.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema tradicional**



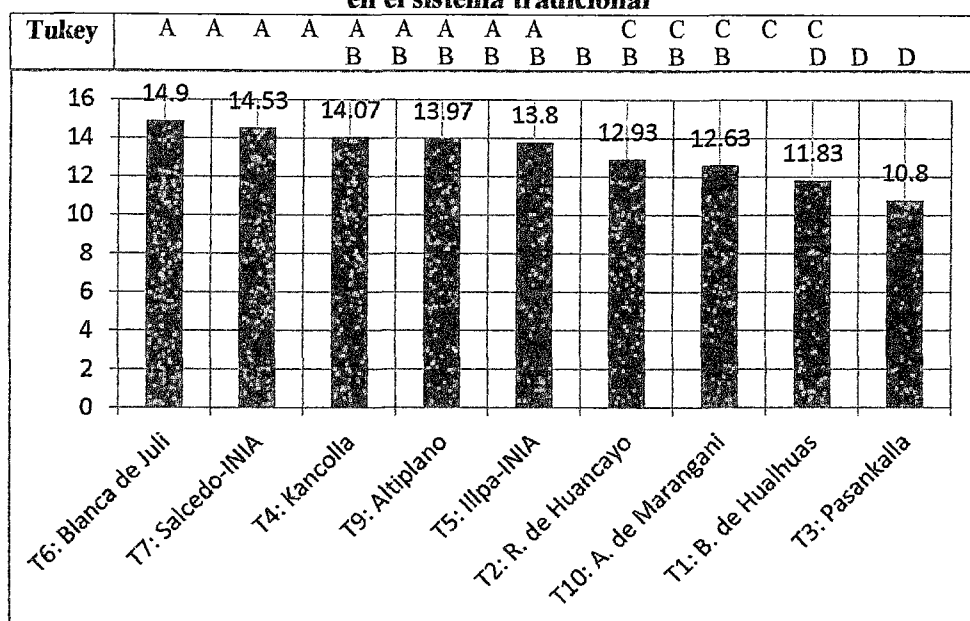
El medio ambiente, el manejo cultural y el aspecto sanitario, también pueden tener un nivel de influencia en el tamaño final de panoja que desarrollen las plantas de quinua, si bien esta característica va en correspondencia a la variedad de quinua. Así, los resultados obtenidos en los tratamientos para el tamaño de panoja de planta son de menor valor a lo que reporta el INIA (2013); valores, posiblemente, bajo condiciones especiales. El INIA menciona valores, para la longitud y diámetro de panoja, de: 45 y 11 cm. para la variedad Amarilla de Marangani; 43 y 9 cm para la variedad Blanca de Hualhuas; 50 y 9.5 cm para la variedad Rosada de Huancayo; 30 y 8.5 cm para la variedad Illpa-INIA y 33.8 y 8.6 cm para la variedad Altiplano.



### 5.1.5 Porcentaje de proteínas

El porcentaje de proteínas en los granos fue determinado en el Infratec, instrumento computarizado que emplea las propiedades de reflectancia y transmitancia de la radiación infrarroja cercana, obteniéndose una lectura directa. En el análisis de variancia para esta variable se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos y un coeficiente de variación de 3.73% (Anexo 8). La prueba de medias Tukey (Cuadro 15) mostró que existen diferencias entre los tratamientos para el porcentaje de proteínas.

**Cuadro 15: Porcentaje de proteínas promedio y significación de la prueba Tukey en el sistema tradicional**



El INIA (2013) reporta una información de valores mayores a los obtenidos en las variedades de quinua bajo este sistema de cultivo. Así, se consigna valores por encima del 16% en las variedades: Blanca de Juli, Salcedo-INIA, Kancolla, Pasankalla, Altiplano e Illpa-INIA.

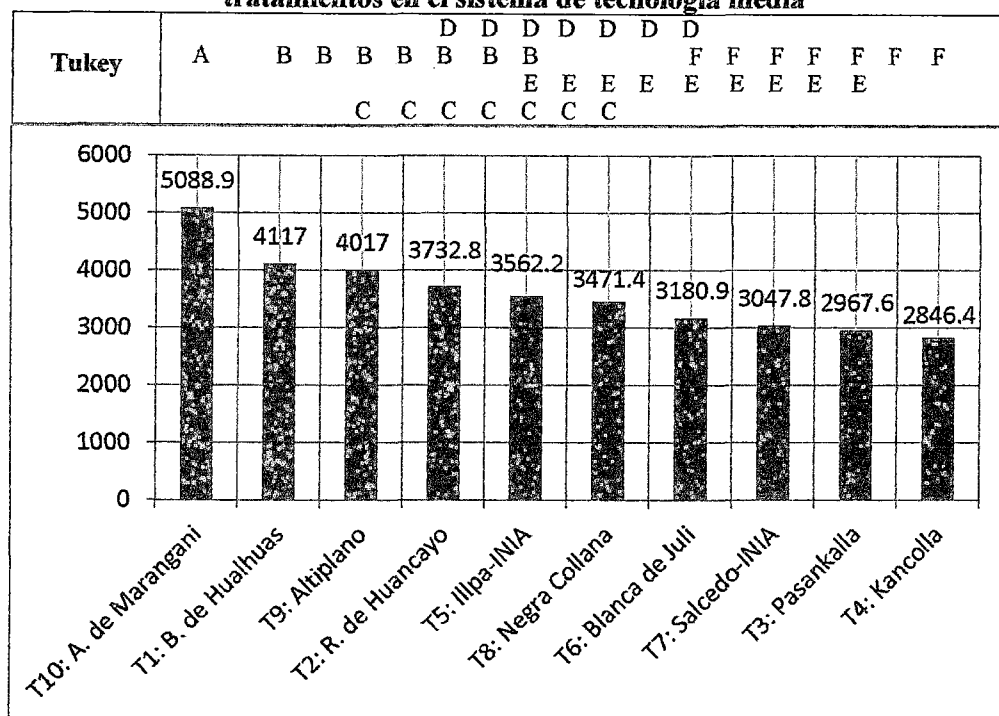
Si bien el nivel de proteínas viene dado por las características de la variedad, ésta puede verse influenciada por el nivel de fertilización que se utilice en la campaña agrícola. Al respecto se tiene alguna información, como la que consigna Tapia (1979), citando a Gandarillas (1976), manifestando que la aplicación de urea puede incrementar el tenor de la proteína en el grano, o en otro caso, citando a Oros (1971), que llega a encontrar que niveles de 80 kg. de  $P_2O_5$  pueden incrementar en 157 kg./ha la proteína total del grano.

## 5.2 SISTEMA DE CULTIVO DE TECNOLOGÍA MEDIA

### 5.2.1 Rendimiento de grano (kg./ha)

Para el rendimiento de grano (kg./ha) en el sistema de tecnología media, la prueba estadística señaló diferencias altamente significativas entre las variedades y un coeficiente de variación de 5.7% (Anexo 9). La prueba de medias Tukey (Cuadro 16) indica que se tiene diferencias entre las variedades, donde los mayores valores han sido obtenidos en las variedades: Amarilla de Marangani, Blanca de Hualhuas y Altiplano. Así, el rendimiento obtenido en la variedad Amarilla de Marangani, fue de un valor de 78% más con respecto a la variedad de menor rendimiento, que correspondió a la variedad Kancolla, con 2846.4 kg./ha.

**Cuadro 16: Rendimiento promedio de grano (kg./ha) y significación de prueba Tukey de los tratamientos en el sistema de tecnología media**



Teniendo en cuenta la forma de producción de este sistema, en relación a una preparación de terreno mecanizada, a una buena dosis de fertilización (que incluye potasio y abono foliar) y a la realización de la labor cultural de desahije, los rendimientos alcanzados son muy buenos y superan ampliamente en su totalidad a lo que reporta el INIA (2013). Sólo la variedad Pasankalla obtuvo un rendimiento promedio de 2967.6 kg./ha, un valor debajo a lo que consigna el INIA (2013) en esta variedad con 3540 kg./ha.

En este sistema de cultivo, de tecnología media, se puede notar que el rendimiento en campo de las variedades ha sido muy bueno. Si bien hubo influencia de una mejor preparación de terreno para la siembra, el empleo de una mayor dosis de fertilización ayudó a que las plantas puedan desarrollarse mejor, lo cual estuvo apoyado con un



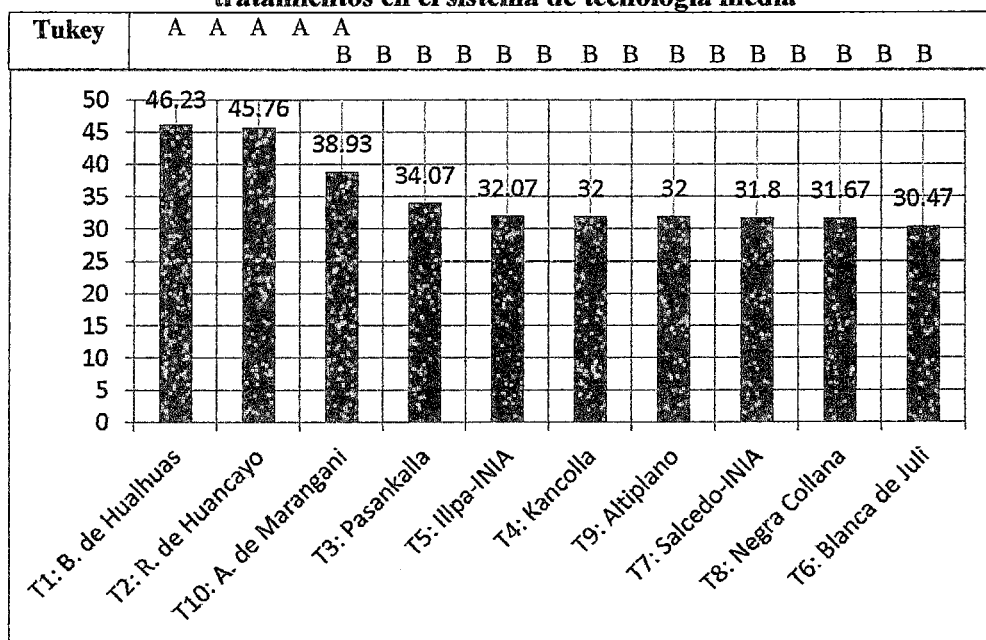
tener plantas más vigorosas. En el caso de las variedades que logran expresar una buena altura de planta, se puede inferir que la cantidad y distribución de las lluvias ocurridas fue suficiente para su crecimiento.

A la influencia del manejo cultural y de las condiciones climáticas, para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas, se suma el aspecto sanitario. Así, la presencia temprana de enfermedades foliares, como el mildiú (*Peronospora variabilis*), puede traer consecuencias en el tamaño que puedan alcanzar las plantas, como refieren Ames y Danielsen (2011). Al respecto, puede tomarse esta información para explicar la altura de planta alcanzada por la variedad Salcedo-INIA, de 113.3 cm., un valor muy debajo al que consigna el INIA (2013), con 160 cm.; en el experimento esta variedad fue una de las que se mostró más susceptible ante el patógeno del mildiú.

### 5.2.3. Tamaño de panoja (cm.)

En el tamaño de panoja, referido a la longitud, la prueba estadística reportó diferencias altamente significativas entre las variedades de quinua y un 8.79% de coeficiente de variabilidad (Anexo 11). La prueba Tukey (Cuadro 18) nos indica que, de forma similar a lo que sucedió con el anterior parámetro de altura de planta, los mayores valores alcanzados se obtuvieron en las variedades de mayor periodo vegetativo, como: Blanca de Hualhuas, Rosada de Huancayo y Amarilla de Marangani, con 46.2, 45.78 y 38.9 cm., respectivamente.

**Cuadro 18: Longitud de panoja promedio (cm.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema de tecnología media**

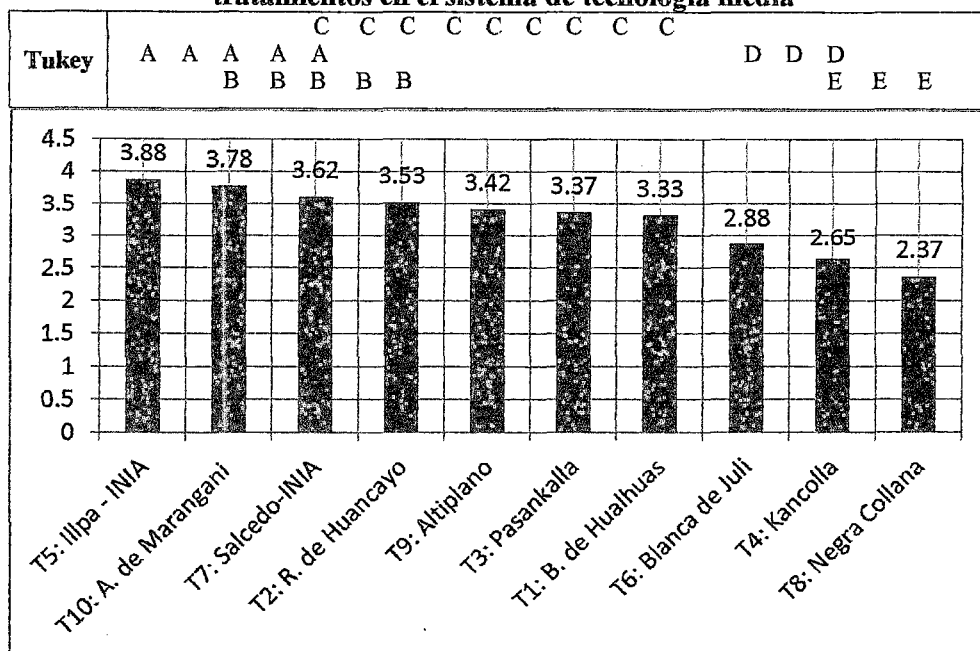


De forma similar a la longitud de panoja, el análisis estadístico de variancia (Anexo 12) para la variable diámetro de panoja arrojó diferencias altamente significativas entre las variedades y un coeficiente de variabilidad de 9.52%. La prueba de medias Tukey (Cuadro



El peso de 1000 granos va en relación a las características de cada variedad, lo cual define la calidad de grano a obtener, pero puede verse influenciado por las condiciones de manejo agronómico. Así, la densidad de plantas dispuesta en este sistema de cultivo fue favorable para el crecimiento del grano y, con ello, del peso final que se obtuvo.

**Cuadro 20: Peso promedio de 1000 granos (g.) y significación de la prueba Tukey entre los tratamientos en el sistema de tecnología media**



Los datos obtenidos en este sistema de cultivo, para la variable peso de 1000 granos, difieren en algunos casos con lo que reporta el INIA (2013). Así, en este ensayo se consiguió mayores valores en algunas variedades frente a lo consignado por el INIA (2013), como en el caso de: Illpa-INIA, con 3.9 frente a 3.5 g.; Amarilla de Marangani, con 3.8 frente a 3.0 g.; Altiplano, con 3.4 frente a 3.3 g.; Blanca de Juli, con 2.9 frente a 2.2 g. y Negra Collana, con 2.4 frente a 2.03 g.

En el caso de valores similares en esta variable, con lo que reporta el INIA (2013), se tuvo a las variedades: Pasankalla, Salcedo-INIA y Kancolla. Sólo en las variedades Blanca de Hualhuas y Rosada de Huancayo los valores obtenidos en el ensayo fueron menores, como 3.3 frente a 3.7 g. y 3.5 frente a 4.2 g. respectivamente.

### 5.2.5 Porcentaje de proteínas

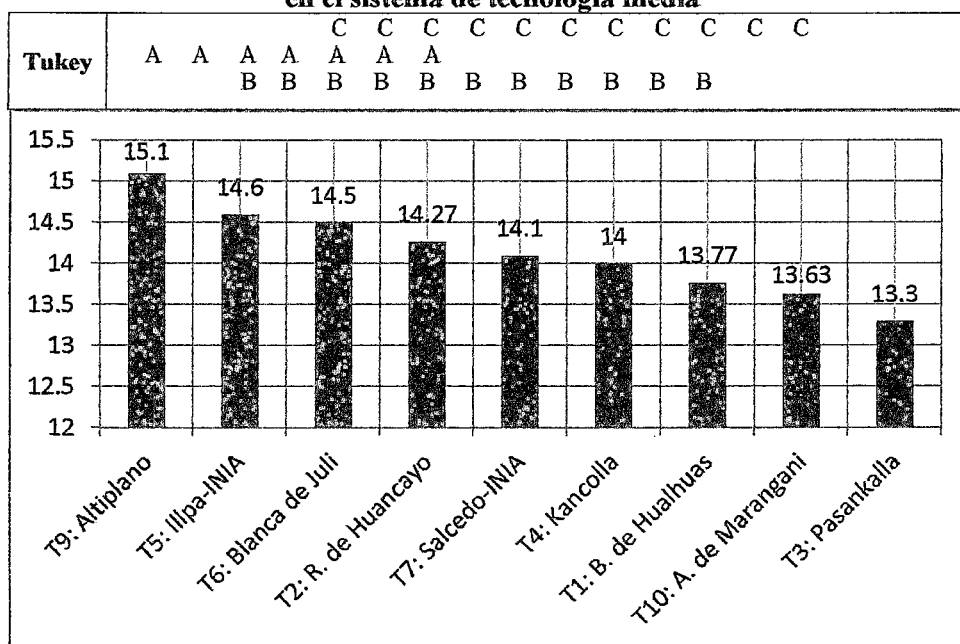
El análisis de variancia realizado para esta variable encontró diferencias altamente significativas entre las variedades y un coeficiente de variación de 2.14% (Anexo 14). A su vez, la prueba de medias Tukey (Cuadro 21) mostró que existen diferencias entre algunas de las variedades para el porcentaje de proteínas. La variedad Altiplano alcanzó el mayor



valor de porcentaje de proteínas, con un 15.1%, superior al 13.3% alcanzado por la variedad Pansakalla, que fue el de menor valor en este ensayo.

Los valores de porcentaje de proteínas en las variedades trabajadas en este sistema de cultivo, de tecnología media, tienen un mayor valor con respecto al sistema tradicional. Sin embargo, los valores obtenidos son de menor valor con respecto a lo que consigna el INIA (2013), donde a las variedades: Blanca de Juli, Salcedo-INIA, Kancolla, Altiplano, Illpa-INIA y Pasankalla se asignan valores por encima del 16%. Sólo en la variedad Amarilla de Marangani se consiguió un valor similar, con un 13.6 frente a un 13.8%.

**Cuadro 21: Porcentaje de proteínas promedio y significación de la prueba Tukey en el sistema de tecnología media**



Si bien el nivel de proteínas viene dado por las características varietales, ésta puede verse influenciada por el nivel de fertilización que se utilice en la campaña agrícola. Al respecto se tiene alguna información, como la que consigna Tapia (1979), citando a Gandarillas (1976), manifestando que la aplicación de urea puede incrementar el tenor de la proteína en el grano, o en otro caso, citando a Oros (1971), que llega a encontrar que niveles de 80 kg. de  $P_2O_5$  pueden incrementar en 157 kg./ha la proteína total del grano.

Otros estudios que ven la influencia de la fertilización nitrogenada en el contenido proteico final son los de Kakabouki *et al.* (2014) y Papastylianou *et al.* (2014). Sin embargo, dichos estudios ven el contenido proteico del cultivo de quinua como forraje, encontrando a una mayor dosis de fertilización nitrogenada un contenido final mayor de proteína en el follaje.

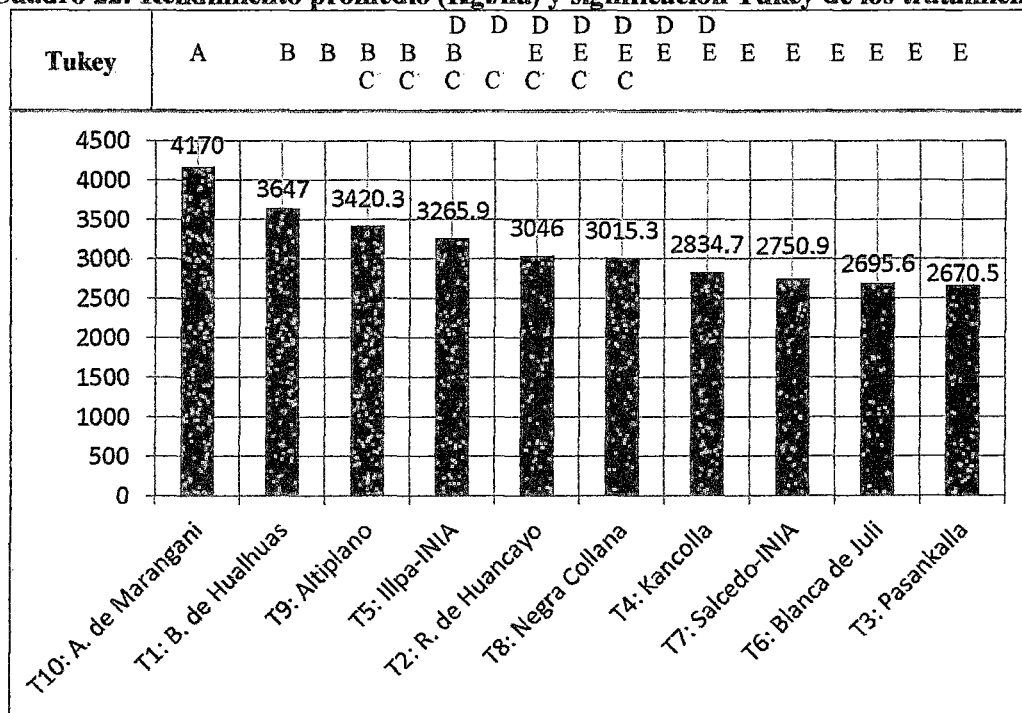
### 5.3 ANÁLISIS COMBINADO DE SISTEMAS DE CULTIVO

Luego de haberse realizado la prueba de homogeneidad de variancias en las variables evaluadas se procedió con el análisis combinado de ambos sistemas de cultivo. En todas las variables se encontró diferencias estadísticas significativas.

#### 5.3.1 Rendimiento de grano (kg./ha)

El análisis combinado de variancia para la variable rendimiento de grano (kg./ha) (Anexo 15) evidenció diferencias altamente significativas entre las variedades y entre los sistemas de cultivo utilizados, teniéndose un coeficiente de variación de 7.32%. Así, la prueba de medias Tukey (Cuadro 22), a un nivel de 5%, permite ver las diferencias entre las variedades de quinua.

**Cuadro 22: Rendimiento promedio (Kg./ha) y significación Tukey de los tratamientos**



El mayor rendimiento (kg./ha) obtenido entre las variedades fue en la Amarilla de Marangani, con 4170 kg./ha. Esta variedad de quinua pertenece a la zona agroecológica de los valles interandinos, caracterizándose por tener un periodo vegetativo tardío y producir un grano de color amarillo con alto contenido de saponinas.

Precisamente, la característica de ser una variedad tardía puede explicar el mayor rendimiento obtenido en campo, debido a que la planta creció y se desarrolló morfológicamente más, con respecto a las otras variedades, permitiendo una mayor producción de biomasa que derivó en obtener la cantidad de grano cosechado. Si bien los rendimientos promedios de esta variedad se registran entre 3000 y 3500 Kg./ha (INIA,

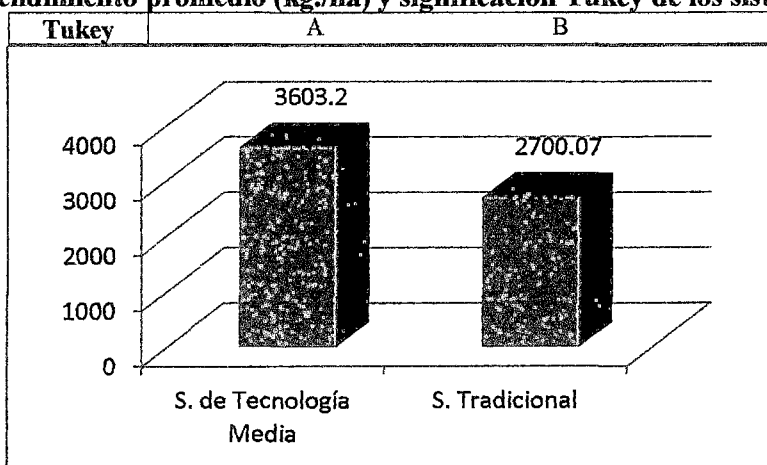
2013), las condiciones naturales que encontró esta variedad en el lugar de la investigación parecen haber sido óptimas.

Las otras variedades de quinua también alcanzan buenos rendimientos en campo, todos mayores a lo que reporta el INIA (2013). La única excepción es la variedad Pasankalla, descrita con un rendimiento de 3500 kg./ha., pero que en el ensayo sólo alcanzó 2671 kg./ha.

Si se tiene en cuenta el valor promedio referencial de precipitación anual de la región, de 330 mm, se podría considerarlo muy bajo, comparándolo al promedio de otras localidades; pero puede ser que esta cantidad y su regular distribución hayan sido suficientes para que las variedades de quinua en la localidad de La Unión-Leticia crezcan y se desarrollen sin inconvenientes, aprovechando, además, las plantas los mecanismos morfológicos, anatómicos y fisiológicos que poseen, como refiere Mujica (2011), para hacer frente a una situación de deficiencia hídrica.

En lo referido al rendimiento (kg./ha) entre sistemas de producción, puede verse por medio de la prueba Tukey (Cuadro 23) diferencias. Así, se tiene para el sistema de tecnología media un rendimiento de 3603.2 kg./ha, un 33% más con respecto al sistema tradicional.

**Cuadro 23: Rendimiento promedio (kg./ha) y significación Tukey de los sistemas de cultivo**



El sistema de tecnología media se distingue, básicamente, con respecto al sistema tradicional, por tener una preparación de suelos mecanizada, una dosis de fertilización más alta, además de una aplicación foliar durante las etapas de panojamiento y floración, y por haberse realizado un desahije entre plantas, dejando una separación de 5 cm entre las mismas. La densidad final fue de 56 plantas por metro lineal en el sistema de cultivo tradicional y de 26 plantas por metro lineal en el sistema de cultivo de tecnología media.

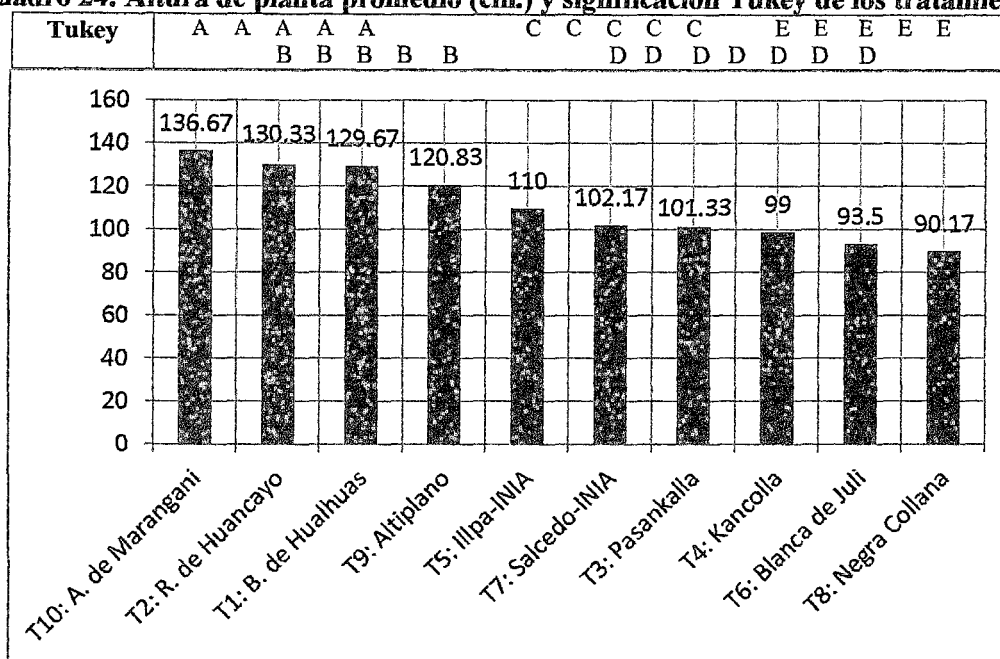
La realización de un aporte superior de nutrientes a las plantas en el sistema de tecnología media, además de una aplicación foliar, permitió obtener un mejor rendimiento final. Al respecto, es importante señalar el estudio que realizan Apaza *et al* (2003) en condiciones del altiplano, donde analizan tres dosis de fertilización nitrogenada además de las épocas

de aplicación, concluyendo que una mayor dosis de nitrógeno y su fraccionamiento en tres momentos (siembra, inicio de panojamiento y floración) permite alcanzar rendimientos más altos.

### 5.3.2 Altura de planta (cm.)

El análisis combinado de variancia para la variable altura de planta (cm.) (Anexo 16) evidenció diferencias altamente significativas entre las variedades y entre los sistemas de cultivo utilizados, teniéndose un coeficiente de variación de 4.74%. Así, la prueba de medias Tukey (Cuadro 24) utilizada, a un nivel de 5%, permite ver las diferencias en la altura de planta (cm.) entre las variedades.

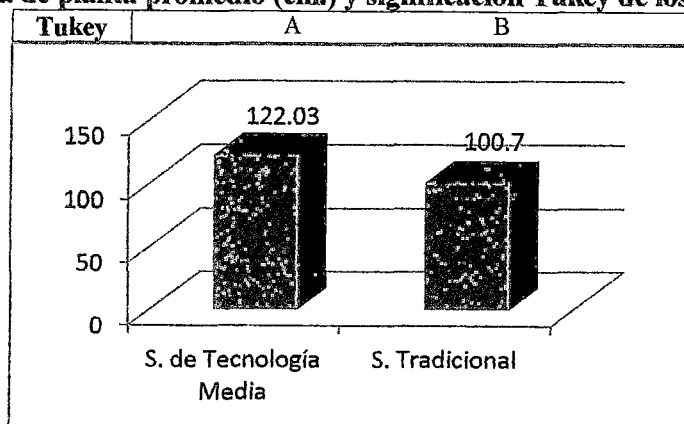
**Cuadro 24: Altura de planta promedio (cm.) y significación Tukey de los tratamientos**



Las variedades Amarilla de Marangani, Rosada de Huancayo y Blanca de Hualhuas obtuvieron los mayores valores de altura de planta. Estas variedades pertenecen a la zona agroecológica de valles interandinos y se caracterizan por tener un periodo vegetativo tardío, de 180 a 200 días, lo cual les permite crecer y desarrollarse más, pudiendo expresar un mayor tamaño final de planta. Los menores valores de altura de planta fueron obtenidas por las variedades Salcedo-INIA, Pasankalla, Kancolla, Blanca de Juli y Negra Collana. Estas variedades originadas en el Altiplano, son caracterizadas como de comportamiento precoz por el INIA (2013), a excepción de la Blanca de Juli, y tienden a desarrollar una altura de planta baja.

En lo que respecta a la altura de planta conseguido entre sistemas de cultivo, se tiene que la prueba Tukey (Cuadro 25) encuentra diferencias, a un nivel de 5%, teniéndose que el sistema de tecnología media alcanza 122 cm., un valor superior al 100.7 cm. conseguido en el sistema tradicional.

**Cuadro 25: Altura de planta promedio (cm.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo**



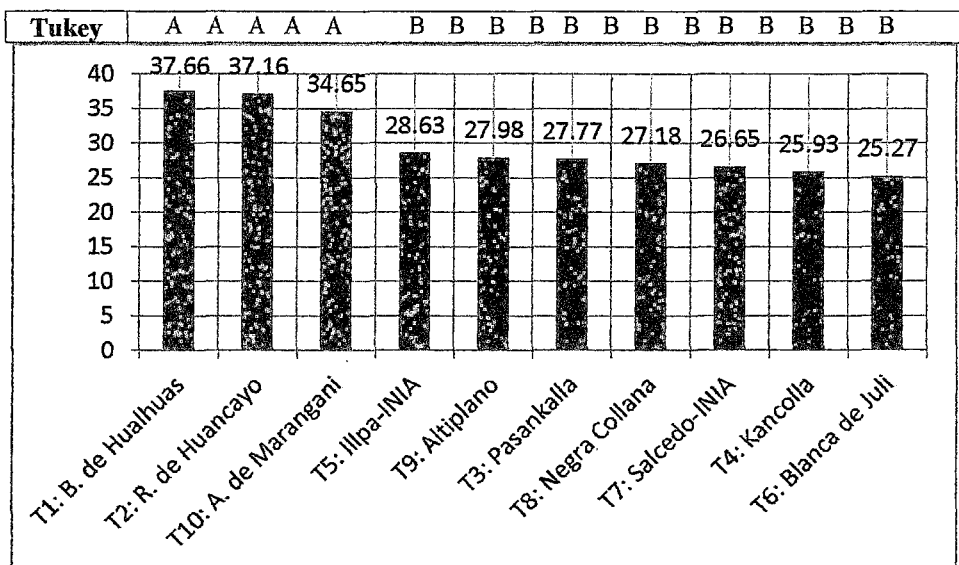
La característica morfológica de altura de planta viene dada por la variedad, lo cual se expresa generalmente en el tiempo de duración de su periodo vegetativo, donde variedades precoces tienen menor altura con respecto a las variedades tardías. Así, esta característica pudo verse influenciada por el manejo agronómico, donde se tiene que las plantas cultivadas en el sistema de tecnología media se vieron favorecidas por una dosis de abonamiento mayor y por la labor cultural de desahije.

**5.3.3 Tamaño de panoja (cm.)**

Longitud de panoja (cm.)

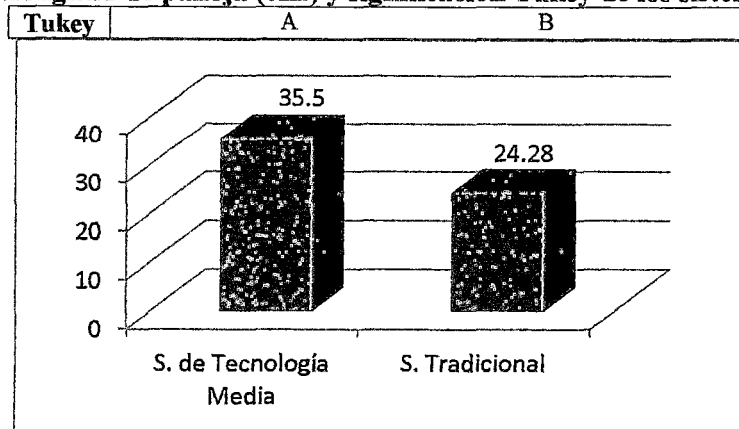
El análisis combinado de variancia para la variable longitud de panoja (cm.) (Anexo 17) evidenció diferencias altamente significativas entre las variedades y entre los sistemas de cultivo utilizados, teniéndose un coeficiente de variación de 9.2%. La prueba de medias Tukey (Cuadro 26), a un nivel de 5%, permite ver las diferencias para la longitud de panoja (cm.) entre las variedades.

**Cuadro 26: Longitud de panoja (cm.) y significación Tukey de los tratamientos**



De manera similar a como ocurrió con la altura de planta, las variedades Blanca de Hualhuas, Rosada de Huancayo y Amarilla de Marangani alcanzan los mayores valores. Estas variedades se caracterizan por su comportamiento tardío, lo cual explica los mayores valores obtenidos, respecto a las demás variedades. Para el análisis entre sistemas de cultivo, se encuentra también diferencia significativa según la prueba Tukey (Cuadro 27). Así, el sistema de tecnología media alcanzó un valor de longitud de 35.5 cm., un valor de 46% más con respecto a lo obtenido con el sistema tradicional.

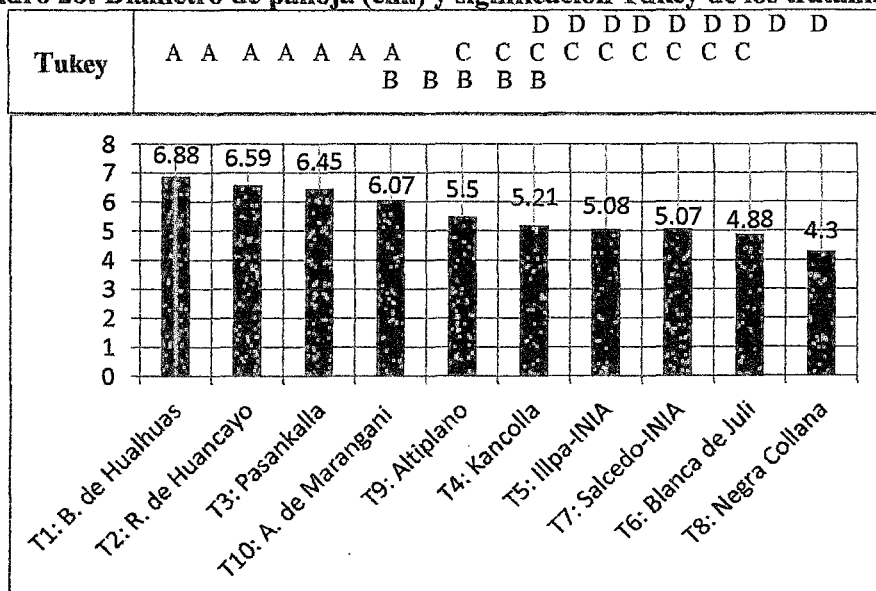
**Cuadro 27: Longitud de panoja (cm.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo**



Diámetro de panoja (cm.)

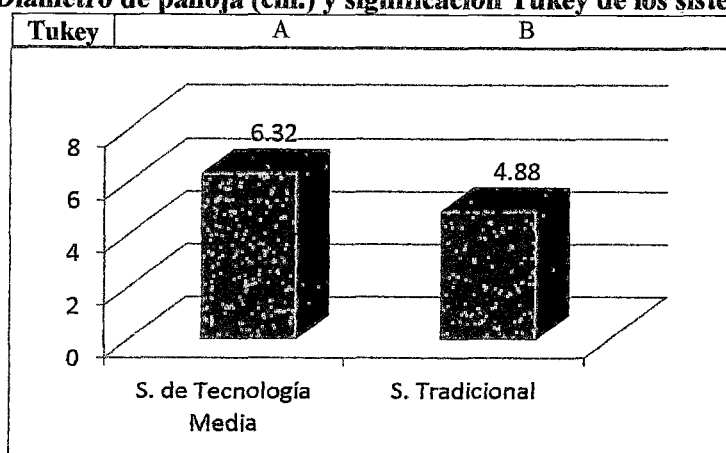
El análisis combinado de variancia para la variable diámetro de panoja (cm.) (Anexo 18) evidenció diferencias altamente significativas entre las variedades y un coeficiente de variación de 8.55%. La prueba de medias Tukey (Cuadro 28), a un nivel de 5%, permite ver las diferencias para el diámetro de panoja (cm.) entre las variedades.

**Cuadro 28: Diámetro de panoja (cm.) y significación Tukey de los tratamientos**



Para los sistemas de cultivo, la prueba Tukey (Cuadro 29), con un nivel de 5%, muestra diferencias significativas.

**Cuadro 29: Diámetro de panoja (cm.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo**

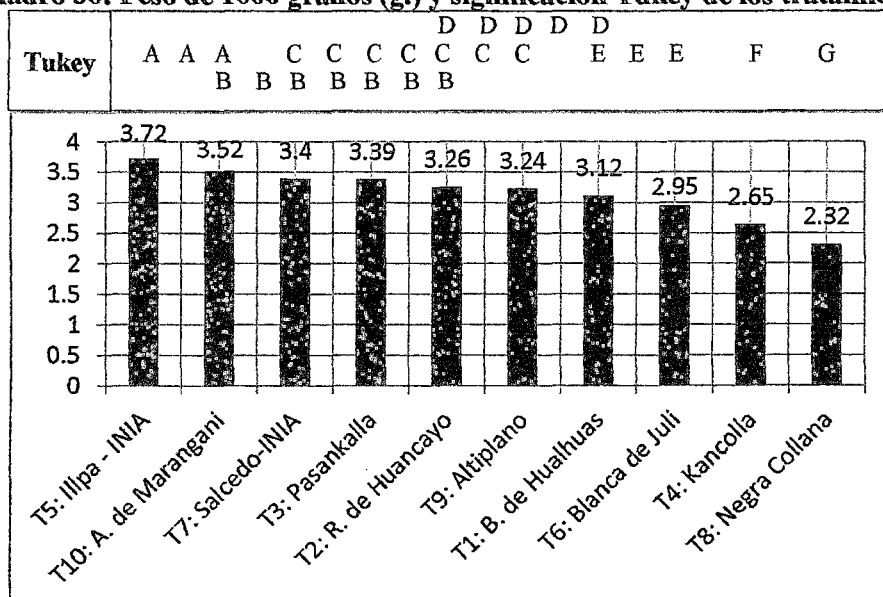


### 5.3.4 Peso de 1000 granos (g.)

El análisis combinado de variancia para la variable peso de 1000 granos (g.) (Anexo 19) evidenció diferencias altamente significativas entre las variedades y entre los sistemas de cultivo utilizados, teniéndose un coeficiente de variación de 4.28%. La prueba de medias Tukey (Cuadro 30), a un nivel de 5%, permite ver las diferencias entre los pesos de 1000 granos (g.) de cada variedad.

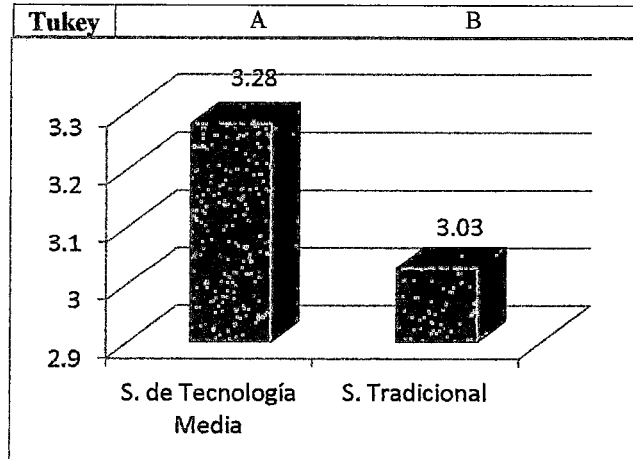
Las variedades: Illpa-INIA, Amarilla de Marangani, Salcedo-INIA y Pasankalla, reportan los mayores valores de peso de 1000 granos. Estas variedades se destacan por la calidad del grano producido, que es de característica grande. Los valores obtenidos en este ensayo están en correspondencia a lo que el INIA (2013) describe en estas variedades.

**Cuadro 30: Peso de 1000 granos (g.) y significación Tukey de los tratamientos**



En lo que respecta al peso de 1000 granos (g.) entre sistemas de cultivo, la prueba Tukey (Cuadro 31) encuentra diferencias significativas, destacándose el sistema de tecnología media por el mayor peso obtenido frente al sistema tradicional.

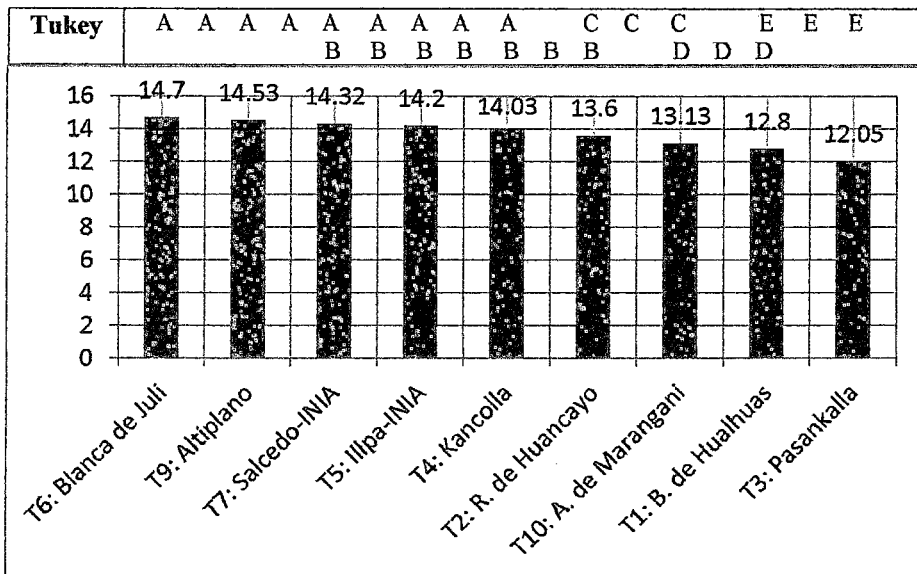
**Cuadro 31: Peso de 1000 granos (g.) y significación Tukey de los sistemas de cultivo**



### 5.3.5 Porcentaje de proteínas

El análisis combinado de variancia para la variable porcentaje de proteínas (Anexo 20) evidenció diferencias altamente significativas entre las variedades y entre los sistemas de cultivo utilizados, teniéndose un coeficiente de variación de 2.99%. La prueba de medias Tukey (Cuadro 32), a un nivel de 5%, permite ver las diferencias establecidas entre las variedades.

**Cuadro 32: Porcentaje de proteínas y significación Tukey de los tratamientos**

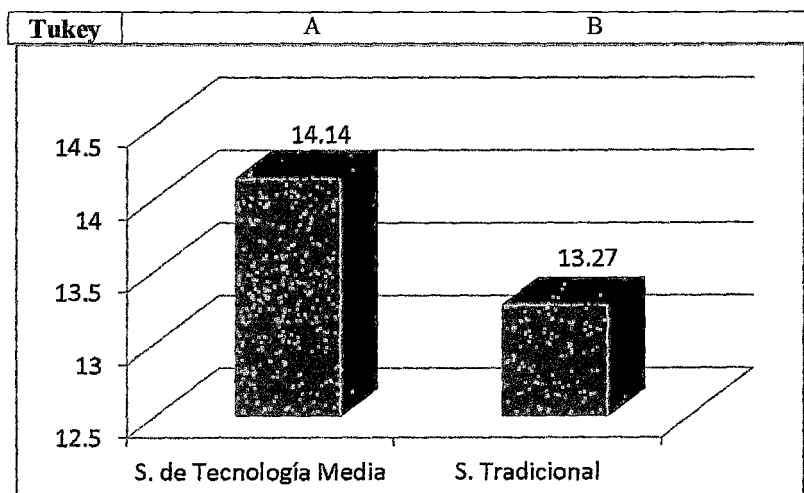




Los mayores valores alcanzados para el porcentaje de proteína en el grano son para las variedades: Blanca de Juli, Altiplano, Salcedo-INIA, Ilpa-INIA y Kancolla, las cuales tienen como lugar de origen el altiplano puneño. Sin embargo, estos valores obtenidos son menores a lo que el INIA (2013) les asigna a estas variedades.

Asimismo, la prueba de medias Tukey realizada para los sistemas de cultivo (Cuadro 33) encontró diferencias significativas. El sistema de tecnología media alcanzó un mayor valor de porcentaje de proteína, favorecido por el uso de una mayor dosis de fertilización. Al respecto, se puede citar la investigación de Gomaa (2013), que estudia el efecto de distintas dosis de fertilización nitrogenada en la quinua, concluyendo que a un nivel más alto de nitrógeno se obtiene un aumento de la proteína cruda en el grano.

**Cuadro 33: Porcentaje de proteínas y significación Tukey de los sistemas de cultivo**



## 5.4 DÍAS A LA FLORACIÓN

En el Cuadro 34 se puede apreciar el número de días transcurridos desde la emergencia de plántulas en campo hasta el momento de la floración y madurez fisiológica, para las diez variedades de quinua trabajadas en dos sistemas de cultivo, tradicional y de tecnología media. Se puede notar el comportamiento precoz de algunas variedades como Pasankalla y Kancolla, provenientes del altiplano puneño, que florecen más tempranamente. Dentro de la información técnica y descripción de cada variedad (Gómez, 2012; INIA, 2013), se conoce el aspecto precoz de la variedad Pasankalla, lo cual ocurre en este trabajo.

Sobre la variedad Kancolla, la bibliografía reporta que tiene un comportamiento semitardío a tardío (Tapia, 1979; Mujica, 1997 e INIA, 2013), en condiciones del Altiplano. En la investigación pudo notarse un comportamiento precoz en el distrito de La Unión-Leticia, con 136 días de periodo vegetativo, que puede ser explicado por la diferencia de altitud con respecto a su lugar de origen, ya que este distrito se sitúa a 3450 m. de altitud, frente a los más de 3800 m. de altitud del Altiplano.

Las variedades: Illpa-INIA, Blanca de Juli, Salcedo-INIA, Negra Collana y Altiplano, destacan, también, por un carácter precoz. Estas variedades provenientes del altiplano puneño tienen un periodo vegetativo que se completa en casi cinco meses, lo cual está reportado por el INIA (2013) y Gómez (2012), a excepción de la variedad Blanca de Juli, definida como semitardía (Mujica, 1997), con un periodo de madurez fisiológica que va de los 160 a 170 días en el Altiplano. Esta variedad también redujo su periodo vegetativo en la localidad de La Unión-Leticia, completando su madurez entre 145 y 153 días.

**Cuadro 34: Número de días transcurridos para la floración y madurez fisiológica de las plantas en los sistemas de cultivo**

Tratamientos	Sistema tradicional		Sistema de tecnología media	
	Días a la floración	Días a la madurez fisiológica	Días a la floración	Días a la madurez fisiológica
1. V. Blanca de hualhuas	97	183	93	181
2. V. Rosada de Huancayo	89	175	87	177
3. V. INIA 415-Pasankalla	75	138	75	138
4. V. Kancolla	70	136	72	136
5. V. Illpa-INIA	83	150	77	147
6. V. Blanca de Juli	84	153	79	145
7. V. Salcedo-INIA	84	153	78	144
8. V. INIA 420 Negra Collana	86	154	79	147
9. V. INIA-Altiplano.	88	157	84	149
10. V. Amarilla de Marangani	115	199	109	201

Finalmente, las variedades Blanca de Hualhuas, Rosada de Huancayo y Amarilla de Marangani, fueron las más tardías. En el caso de las dos primeras, tienen como origen el valle del Mantaro, donde se cultivan con un periodo vegetativo de 180 días. La variedad Amarilla de Marangani proveniente del Cusco, tiene un ciclo vegetativo largo, en el rango entre 190 y 210 días (Gómez, 2012 e INIA, 2013).

Teniendo información de la duración del periodo vegetativo de las variedades de quinua se destaca la precocidad de la mayoría de ellas, las cuales son oriundas del Altiplano. Bonifacio *et al.* (2014) manifiestan que el buen rendimiento y la precocidad de las variedades de quinua es una característica que se busca en los trabajos de mejoramiento genético, además de los otros factores referidos a tolerancia a factores bióticos y abióticos, y calidad de grano.

## 5.5 INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El cultivo de quinua no presentó problemas importantes de daños de plagas. Los agricultores del distrito donde se efectuó la investigación no se dedican al cultivo de este grano, siendo la primera vez que la quinua es introducida como cultivo en la zona, por ello probablemente no se tuvo inconvenientes.

Hubo daño de algunos insectos comedores de hojas, observándose los daños desde los primeros estadios hasta la etapa de panojamiento. Los insectos que pudieron ser vistos en campo fueron *Diabrotica* sp. y *Astylus* sp. (Figura 12), realizando su daño en la edad adulta. En el caso del primero, pertenece a la familia Chrysomelidae, agrupando esta familia a varias especies del genero *Diabrotica*, destacando entre estos *Diabrotica viridula*, que afecta el cultivo de maíz. En el caso de *Astylus* sp., pertenece a la familia Melyridae, siendo una especie poco conocida.

En las parcelas manejadas en el sistema de cultivo tradicional no fue necesario establecer un método de control de estos insectos comedores de hojas. Para el caso del sistema de cultivo de tecnología media se efectuó un control químico de estos insectos, para evitar que pudieran incrementar su número y con ello ocasionar un daño mayor en las hojas. El producto comercial utilizado fue Sherpa, que tiene como ingrediente activo a la Cipermetrina, en una dosis de 20ml/mochila de 20 litros, realizándose solamente una aplicación.

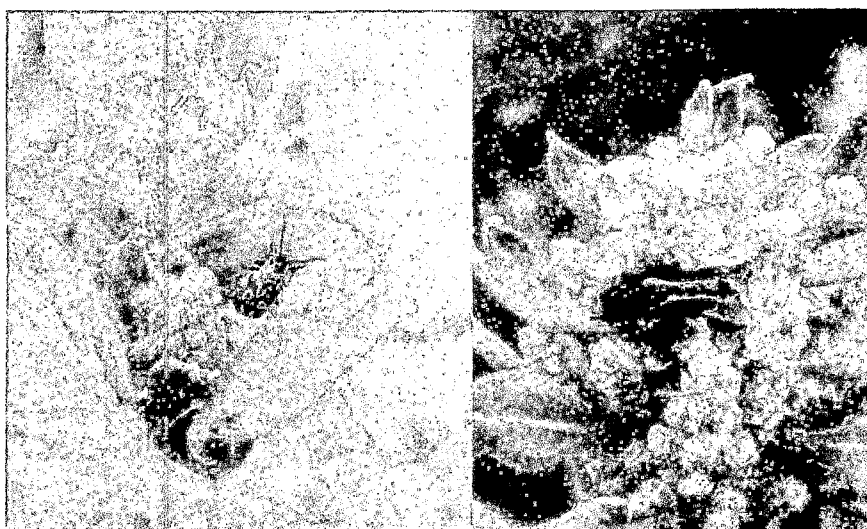


Figura 12: *Diabrotica* sp. y *Astylus* sp. en el cultivo de quinua

En el caso de enfermedades, se tuvo la presencia de *Peronospora variabilis* Gäum (mildiú) en las diez variedades de quinua, bajo los dos sistemas de cultivo. Esta enfermedad se hizo presente inicialmente en campo durante la etapa fenológica de seis hojas verdaderas. La aparición y proliferación del patógeno fue de manera rápida, viéndose favorecida por las lluvias frecuentes y por la densidad de siembra, sobretodo en el sistema tradicional, donde no se efectuó el desahije de plantas.

El síntoma de la enfermedad del mildiú pudo notarse observando en las hojas manchas cloróticas en el haz y la pulvericencia característica en el envés; debido a esto ameritaba la realización de un control químico. Para realizar este control se utilizó Ridomil, que es un fungicida sistémico que tiene como ingrediente activo al Metalaxil. Posteriormente a esta primera aplicación, se realizó otra a los diez días, pudiendo controlarse esta enfermedad. Finalmente, fue necesaria una última aplicación durante la etapa de panojamiento y floración.

Hay que precisar que entre las variedades, en ambos sistemas de cultivo, la respuesta o el comportamiento con el mildiú, fue distinto. La evaluación del nivel de infestación de las plantas, en base al área foliar afectada, fue realizada tomando una hoja de cada tercio de una planta, como proponen Danielsen y Ames (2000), teniéndose un promedio final (Cuadro 35). La evaluación del área foliar afectada por el mildiú fue realizada en las variedades de quinua bajo el sistema de tecnología media, durante las etapas fenológicas de panojamiento y floración, evaluando diez plantas por parcela experimental.

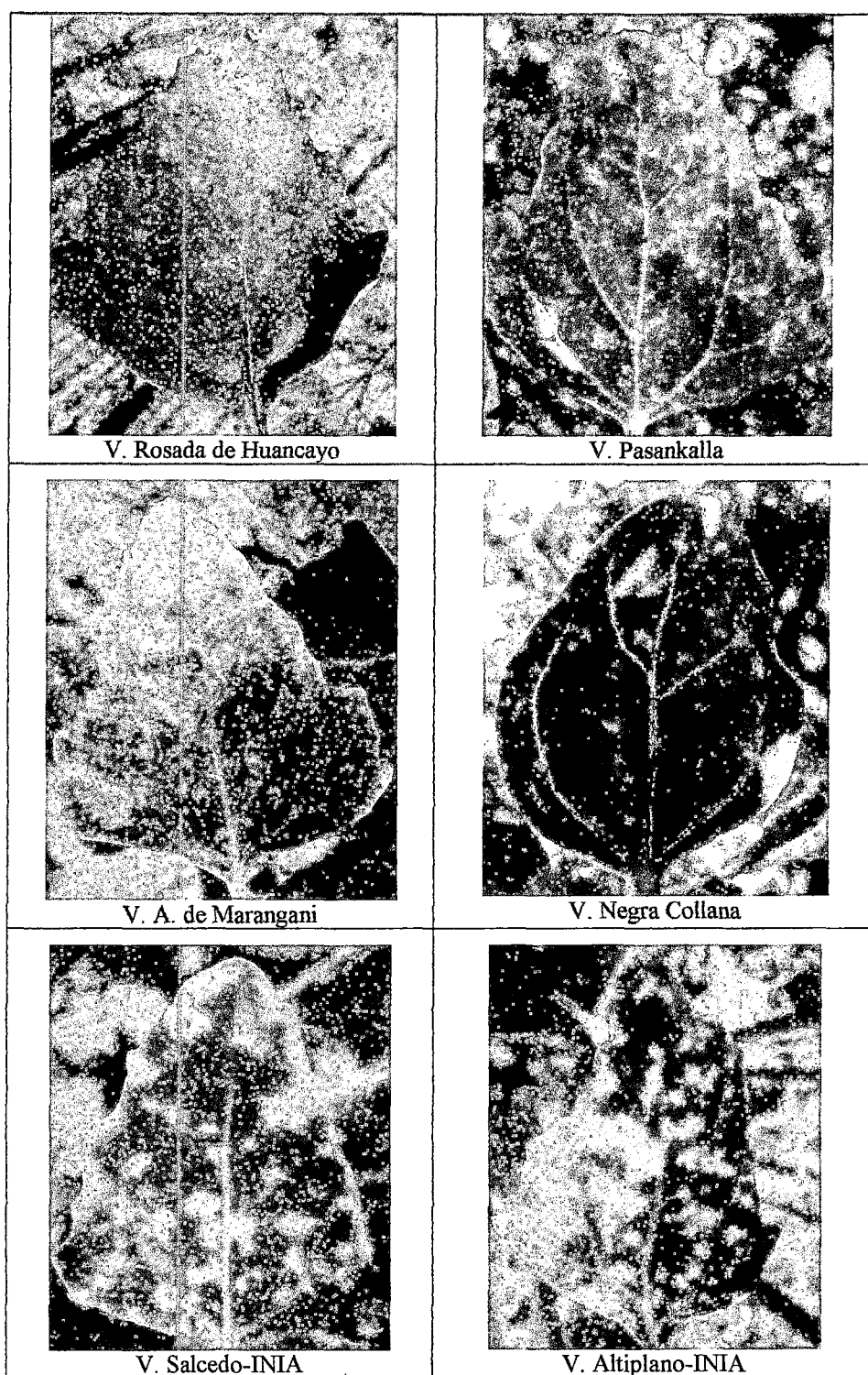
De esta forma, las variedades de quinua: Blanca de Hualhuas, Salcedo-INIA y Altiplano fueron las que se mostraron más susceptibles o tuvieron un mayor porcentaje de área foliar afectada. En sentido opuesto, las variedades: Rosada de Huancayo, Pasankalla y Kancolla tuvieron un menor porcentaje de área foliar dañado (Figura 13).

**Cuadro 35: Porcentaje de área foliar afectada en las variedades por *Peronospora variabilis***

Tratamientos:	Porcentaje (%)
1. Variedad Blanca de hualhuas	45
2. Variedad Rosada de Huancayo	20
3. Variedad INIA 415-Pasankalla	15
4. Variedad Kancolla	20
5. Variedad Illpa-INIA	35
6. Variedad Blanca de Juli	30
7. Variedad Salcedo-INIA	45
8. Variedad INIA 420 Negra Collana	30
9. Variedad INIA-Altiplano.	50
10. Variedad Amarilla de Marangani	30

Con respecto a las variedades que mostraron tolerancia, cabe indicar que son variedades que poseen una coloración de tonalidades púrpuras, a diferencia del resto que poseen coloración verde. Hay que precisar que los cultivares o variedades de quinua reaccionan de distinta manera a la enfermedad, al respecto Danielsen y Ames (2000) manifiestan que la

reacción de la planta al ataque del mildiú, es decir la expresión de los síntomas, es influenciada por el genotipo de la planta, por el genotipo del patógeno y por las condiciones del medio ambiente.



**Figura 13: Área foliar afectada por mildiú en algunas variedades de quinua**

Otro aspecto a destacar, es que la variedad Altiplano mostró un mayor grado de infestación inicial, lo cual llama la atención, debido a que esta variedad de quinua es de reciente año

de liberación, 2013, siendo lanzada con la característica de tolerancia al mildiú. La explicación que puede tenerse a la susceptibilidad frente al mildiú, de parte de la variedad Altiplano, es que este patógeno posee un variado número de razas que se encuentran distribuidas en la región andina y que si bien la obtención de la variedad se dio en el Altiplano, puede tenerse una raza diferente en la región central. Danielsen y Ames (2000) señalan que si en los programas de mejoramiento genético de quinua se desconoce la composición genética de la población, en cuanto a la presencia de razas o patotipos, se corre el riesgo de desarrollar variedades que son resistentes sólo en ciertas zonas y susceptibles en zonas donde prevalecen otros patotipos.

## 5.6 GRANULOMETRÍA

La determinación del tamaño de grano de las diez variedades de quinua, cultivadas en ambos sistemas de cultivo, se realizó en el Laboratorio de Calidad del Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM, donde se utilizó zarandas de diferentes calibres, 2, 1.7 y 1.4 mm., para la medición. Los resultados expresados en porcentaje se muestran en el Cuadro 36.

**Cuadro 36: Porcentaje de cantidad de grano de cada variedad según el tamiz**

Tratamientos	Número de tamiz				Tamaño de grano
	Tamiz N°10	Tamiz N°12	Tamiz N°14	Fondo	
	2 mm.	1.7 mm.	1.4 mm.	<1.4 mm.	
1. V. Blanca de Hualhuas	0.41	<b>26.08</b>	67.89	5.62	Mediano
	1.00	<b>45.29</b>	50.66	3.05	Mediano
2. V. Rosada de Huancayo	0.60	<b>37.79</b>	57.18	4.43	Mediano
	2.01	<b>61.95</b>	33.96	2.08	Grande
3. V. Pasankalla	0.58	<b>59.99</b>	37.10	2.33	Grande
	0.53	<b>60.41</b>	36.43	2.63	Grande
4. V. Kancolla	0.43	<b>8.52</b>	85.29	5.76	Pequeño
	0.20	<b>5.34</b>	83.42	11.04	Pequeño
5. V. Illpa-INIA	5.09	<b>57.55</b>	35.91	1.45	Grande
	4.55	<b>54.85</b>	37.15	3.45	Grande
6. V. Blanca de Juli	0.22	<b>40.31</b>	56.63	2.83	Mediano
	0.13	<b>21.59</b>	71.55	6.73	Mediano
7. V. Salcedo-INIA	0.58	<b>40.75</b>	56.11	2.57	Mediano
	0.90	<b>46.23</b>	47.68	5.19	Mediano
8. V. Negra Collana	0.25	<b>2.71</b>	78.59	18.45	Pequeño
	0.06	<b>1.96</b>	78.03	19.95	Pequeño
9. V. INIA-Altiplano	0.55	<b>39.15</b>	56.33	3.97	Mediano
	2.38	<b>56.69</b>	37.34	3.59	Grande
10 V. Amarilla de M.	3.40	<b>63.81</b>	32.05	0.74	Grande
	13.48	<b>70.35</b>	15.36	0.81	Grande

Sistemas:

<input type="checkbox"/>	Tradicional
<input type="checkbox"/>	Tecnología media

Como se aprecia en los resultados, el tamaño de grano que se obtuvo en la mayoría de las variedades vendrían a ser catalogado de mediano, según la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 2009). Entre las variedades de quinua del sistema tradicional destacan la Amarilla de Marangani, Pasankalla e Illpa-INIA, ya que tienen los mayores porcentaje de granos de 1.7 mm. con 63.81, 59.99 y 57.55%, respectivamente. En sentido contrario, las variedades Negra Collana y Kancolla presentan el menor tamaño de grano, con sólo 2,71 y 8.52%, respectivamente.

Para el sistema de tecnología media destacan las variedades: Amarilla de Marangani, Rosada de Huancayo, Pasankalla e INIA-Altiplano, con 70.35, 61.95, 60.41 y 56.69%, respectivamente, de granos en el tamiz de 1.7 mm. Asimismo, de forma similar a lo que sucede en el sistema tradicional, las variedades Negra Collana y Kancolla presentan los granos de menor tamaño con 1.96 y 5.34%, respectivamente, en este mismo tamiz de 1.7 mm.

En términos generales, comparando el tamaño de grano en ambos sistemas de cultivo trabajados, se tiene que hay un aumento del tamaño de grano en las variedades de quinua cultivadas en el sistema de tecnología media con respecto al sistema tradicional. La explicación radica en que el sistema de tecnología media fue trabajado con una mayor dosis de fertilización inorgánica, así como que se realizó una aplicación de abono foliar durante la etapa de panojamiento. Asimismo, el efecto de haber realizado un desahije, y con ello tener un menor densidad de plantas, pudo influir para que éstas puedan crecer más vigorosas, pudiendo formar granos de mayor tamaño. También se tuvo algunas variedades que no mostraron diferencias con respecto al tamaño de grano entre ambos sistemas, estas variedades fueron Kancolla, Illpa-INIA, Blanca de Juli y Negra Collana.

En general, los resultados obtenidos en ambos sistemas de cultivo tienen cierto contraste con la información o descripción del grano en cada variedad trabajada. Así, el INIA (2013) consigna mayores valores de tamaño para las variedades de quinua trabajadas, como de 2mm. de diámetro de grano para las variedades: Altiplano, Pasankalla, Illpa-INIA, Salcedo-INIA, Amarilla de Marangani, Blanca de Hualhuas y Rosada de Huancayo.

## **5.7 COSTO DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD**

De acuerdo a los sistemas de producción, tradicional y de tecnología media, y en base a los gastos efectuados en: insumos, mano de obra, fuerza animal, entre otros, se han obtenido los costos de producción por hectárea para cada sistema de cultivo. Para ambos sistemas, la inversión realizada ha sido la misma en las diez variedades de quinua sembradas.

Para el costo de producción del sistema tradicional (Cuadro 37), se puede apreciar que gran porcentaje de la inversión, 31.13%, se dedica a la mano de obra, la cual, a falta de un trabajo mecanizado, se despliega profusamente en las labores culturales con un gran número de operarios. Los insumos sólo ameritan un 14.5% del total de la inversión, lo cual

se justifica por el nivel bajo de fertilización empleado en este sistema, así como a que los plaguicidas utilizados estuvieron dedicados únicamente al control del mildiú (*Peronospora variabilis*), realizando tres controles en la campaña; problemas de plagas no se tuvo.

En el caso del costo de producción del sistema de tecnología media (Cuadro 38), se tiene un caso similar al sistema tradicional, donde se dedica un gran porcentaje del costo total a la mano de obra, con 30.42%. Si bien la preparación de terreno en este sistema es de manera mecanizada, la realización de las labores culturales, como deshierbo, raleo y aporque se efectuó con operarios, ya que la falta de implementos agrícolas para el tractor, como el cultivador y aporcador, imposibilitó utilizarlo.

Un punto a resaltar es lo referido a la inversión efectuada para la cosecha, en ambos sistemas de cultivo. En el distrito donde se realizó la investigación, La Unión-Leticia, o las cercanías, no se cuenta con una trilladora estacionaria, por lo que se tuvo que trasladar las plantas secas de quinua hasta la provincia de Jauja para el trillado, y con ello pagar un flete.

Con respecto a la rentabilidad de los sistemas de cultivo trabajados, ésta viene supeditada por las variedades de quinua cultivadas, las cuales en base al rendimiento obtenido tienen distintos niveles de rentabilidad. Así, para el sistema tradicional, la rentabilidad (Cuadro 39), en términos generales, fluctúa entre 200 y 342%, obtenidas por las variedades Blanca de Juli y Amarilla de Marangani, respectivamente. Para el sistema de tecnología media, la rentabilidad (Cuadro 40) fluctúa entre 225.42 y 500.64%, obtenida con las variedades Kancolla y Amarilla de Marangani, respectivamente.



**Cuadro 37: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO TRADICIONAL**

<b>Cultivo</b>	Quinoa	<b>Lugar</b>	La Unión, Tarma (3500 m.s.n.m.)
<b>Variedad</b>		<b>Agua</b>	Lluvia
<b>Periodo Vegetativo</b>		<b>Época de siembra</b>	Noviembre 2013
<b>NPK</b>	80-40-0	<b>Rendimiento (t/ha)</b>	
<b>Distanciamiento</b>	60 cm x corrido	<b>Tipo de cambio (US \$)</b>	2.85
<b>Nivel Tecnológico</b>	Bajo	<b>Fecha de elaboración</b>	Agos-2014

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad por ha.	Precio unitario (s/.)	Costo Total (s/.)	%
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>5509.60</b>	
<b>Muestreo del suelo</b>				0.00	<b>0.00</b>
Toma de muestra	Jornal	0	40.00	0.00	
Análisis de suelo	Caracterización	0	60.00	0.00	
Interpretación	Consulta	0	40.00	0.00	
<b>Insumos</b>				798.60	<b>14.5</b>
<b>Semillas</b>					
Básica	Kg.	12	25.00	300.00	
<b>Fertilizantes-foliar</b>					
Urea	Kg.	140	1.30	182.00	
Fosfato diamonico	Kg.	87	1.80	156.60	
Cloruro de potasio	Kg.	0	1.70	0.00	
Power Gizer	Lt.	0	32.00	0.00	
<b>Plaguicidas</b>					
<b>Insecticidas</b>					
Ridomil	Kg.	2	80.00	160.00	
Sherpa	Lt.	0	90.00	0.00	
<b>Mano de obra</b>				1715.00	<b>31.13</b>
<b>Preparación de terreno</b>					
Riego de machaco	Jornal	2	35.00	70.00	
Limpieza y canteo	Jornal	4	35.00	140.00	
<b>Siembra</b>					
Siembra + 1era fertilización	Jornal	6	35.00	210.00	
<b>Labores culturales</b>					
Deshierbos	Jornal	10	35.00	350.00	
2da fertilización	Jornal	2	35.00	70.00	
Aporque	Jornal	6	35.00	210.00	
Control sanitario	Jornal	4	35.00	140.00	
<b>Cosecha</b>					
Siega	Jornal	4	35.00	140.00	
Traslado de plantas	Jornal	5	35.00	175.00	
Trilla y venteo	Jornal	4	35.00	140.00	
Ensayado, cocido	Jornal	2	35.00	70.00	
<b>Fuerza animal y mecánica</b>				560.00	<b>10.16</b>
<b>Preparación de terreno</b>					
Aradura	Yunta/día	6	30.00	180.00	
Cruza-rastreo	Yunta/día	4	30.00	120.00	
Surcado	Yunta/día	2	30.00	60.00	
<b>Cosecha</b>					
Trilla mecanizada	Hora-Máq.	5	40.00	200.00	
<b>Otros gastos</b>				2436.00	<b>44.21</b>
Alquiler de terreno	ha	1	1500.00	1500.00	
Fumigadora	Mochila	4	10.00	40.00	
Sacos	Sacos	80	1.20	96.00	
Traslado de carga	Flete	1	800.00	800.00	
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Imprevistos	%	0 (costo directo)	5509.60	0.00	
<b>COSTO TOTAL POR HECTAREA (s/.)</b>				<b>5509.60</b>	<b>100.00</b>
<b>COSTO TOTAL POR HECTAREA (\$)</b>				1933.19	

**Cuadro 38: COSTO DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO DE TECNOLOGÍA MEDIA**

<b>Cultivo</b>	Quinoa	<b>Lugar</b>	La Unión, Tarma (3500 m.s.n.m.)
<b>Variedad</b>		<b>Agua</b>	Lluvia
<b>Periodo Vegetativo</b>		<b>Época de siembra</b>	Diciembre 2013
<b>NPK</b>	100-60-40	<b>Rendimiento (t/ha)</b>	
<b>Distanciamiento</b>	60 cm x corrido	<b>Tipo de cambio (US \$)</b>	2.85
<b>Nivel Tecnológico</b>	Medio	<b>Fecha de elaboración</b>	Agos-2014

RUBROS	Unidad de medida	Cantidad por ha.	Precio unitario (s/.)	Costo Total (s/.)	%
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>6368.20</b>	
<b>Muestreo del suelo</b>				120.00	<b>1.82</b>
Toma de muestra	Jornal	0.5	40.00	20.00	
Análisis de suelo	Caracterización	1	60.00	60.00	
Interpretación, recom.	Consulta	1	40.00	40.00	
<b>Insumos</b>				1173.20	<b>17.89</b>
<b>Semillas</b>					
Básica	Kg.	12	25.00	300.00	
<b>Fertilizantes-foliar</b>					
Urea	Kg.	165	1.30	214.50	
Fosfato diamónico	Kg.	131	1.80	235.80	
Cloruro de potasio	Kg.	67	1.70	113.90	
Power Gizer	Lt.	2	32.00	64.00	
<b>Plaguicidas</b>					
<b>Insecticidas</b>					
Ridomil	Kg.	2.5	80	200.00	
Sherpa	Lt.	0.5	90	45.00	
<b>Mano de obra</b>				1995.00	<b>30.42</b>
<b>Preparación de terreno</b>					
Riego de machaco	Jornal	2	35.00	70.00	
Limpieza y canteo	Jornal	5	35.00	175.00	
<b>Siembra</b>					
Siembra + 1era fertilización	Jornal	5	35.00	175.00	
<b>Labores culturales</b>					
Deshierbos – Raleo	Jornal	15	35.00	525.00	
2da fertilización	Jornal	2	35.00	70.00	
Aporque	Jornal	6	35.00	210.00	
Control sanitario	Jornal	6	35.00	210.00	
<b>Cosecha</b>					
Siega	Jornal	4	35.00	140.00	
Traslado de plantas	Jornal	5	35.00	175.00	
Trilla y venteo	Jornal	4	35.00	140.00	
Ensayado, cocido	Jornal	3	35.00	105.00	
<b>Mecanización</b>				920.00	<b>14.03</b>
<b>Preparación de terreno</b>					
Arado con disco	Hora-Máq.	4	80.00	320.00	
Arado con grada	Hora-Máq.	5	80.00	400.00	
<b>Cosecha</b>					
Trilla mecanizada	Hora-Máq.	5	40.00	200.00	
<b>Otros gastos</b>				2160.00	<b>32.93</b>
Alquiler de terreno	ha	1	1500.00	1000.00	
Yunta para surcado	Yunta/día	2	30.00	60.00	
Fumigadora	Mochila	8	10.00	80.00	
Sacos	Sacos	100	1.20	120.00	
Traslado de carga	flete	1	900.00	900.00	
<b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>191.05</b>	<b>2.91</b>
Imprevistos	%	3 (costo directo)	6368.20	191.05	
<b>COSTO TOTAL POR HECTAREA (s/.)</b>				<b>6559.25</b>	<b>100.00</b>
<b>COSTO TOTAL POR HECTAREA (\$)</b>				2301.49	

**Cuadro 39: Rentabilidad de las variedades de quinua bajo el sistema de cultivo tradicional**

<b>VALORIZACIÓN DE LA COSECHA</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
Rendimiento por ha (kg.)	3,177.00	2,359.00	2,373.00	2,822.00	2,969.00	2,210.00	2,454.00	2,559.00	2,823.00	3,251.00
Precio en chacra (s/.) x Kg.	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Valor bruto de la producción	23,827.50	17,692.00	17,797.50	21,165.00	22,267.50	16,575.00	18,405.00	19,192.50	21,172.50	24,382.50
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>										
Valor bruto de la producción	23,827.50	17,692.00	17,797.50	21,165.00	22,267.50	16,575.00	18,405.00	19,192.50	21,172.50	24,382.50
Costo de la producción total	5,509.60	5,509.60	5,509.60	5,509.60	5,509.60	5,509.60	5,509.60	5,509.60	5,509.60	5,509.60
Utilidad neta estimada	18,317.90	12,182.40	12,287.90	15,655.40	16,757.90	11,065.00	12,895.40	13,682.90	15,662.90	18,872.90
Precio en chacra (s/.) x Kg.	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Costo de producción por Kg.	1.73	2.34	2.32	1.95	1.86	2.49	2.25	2.15	1.95	1.70
Margen de utilidad por Kg.	5.77	5.16	5.18	5.55	5.64	5.01	5.25	5.35	5.55	5.80
Índice de rentabilidad (%)	332.47	221.11	223.03	284.15	304.16	200.83	234.05	248.35	284.28	342.55

- T1: V. Blanca de Hualhuas
- T2: V. Rosada de Huancayo
- T3: V. Pasankalla
- T4: V. Kancolla
- T5: V. Ilpa-INIA
- T6: V. Blanca de Juli
- T7: V. Salcedo-INIA
- T8: V. Negra Collana
- T9: V. INIA-Altiplano
- T10: V. Amarilla de Marangani

**Cuadro 40: Rentabilidad de las variedades de quinua bajo el sistema de cultivo de tecnología media**

<b>VALORIZACIÓN DE LA COSECHA</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
Rendimiento por ha (kg.)	4117.00	3732.00	2967.00	2846.00	3562.00	3180.00	3047.00	3471.00	4016.00	5,088.00
Precio en chacra (s/. ) x Kg.	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Valor bruto de la producción	30,877.50	27,990.00	22,252.5	21,345.00	26,715.00	23,850.00	22,852.50	26,032.50	30,120.00	38,160.00
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>										
Valor bruto de la producción	30,877.50	27,990.00	22,252.5	21,345.00	26,715.00	23,850.00	22,852.50	26,032.50	30,120.00	38,160.00
Costo de la producción total	6559.25	6559.25	6559.25	6559.25	6559.25	6559.25	6559.25	6559.25	6559.25	6559.25
Utilidad neta estimada	24,318.25	21,430.75	15,693.25	14,785.75	20,155.75	17,290.75	16,293.25	19,473.25	23,560.75	31,806.75
Precio en chacra (s/. ) x Kg.	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Costo de producción por Kg.	1.54	1.76	2.21	2.31	1.84	2.06	2.15	1.89	1.63	1.25
Margen de utilidad por Kg.	5.96	5.74	5.29	5.19	5.66	5.44	5.35	5.61	5.87	6.25
Índice de rentabilidad (%)	370.75	326.73	239.25	225.42	307,29	263.61	248.40	296.88	359.20	500.64

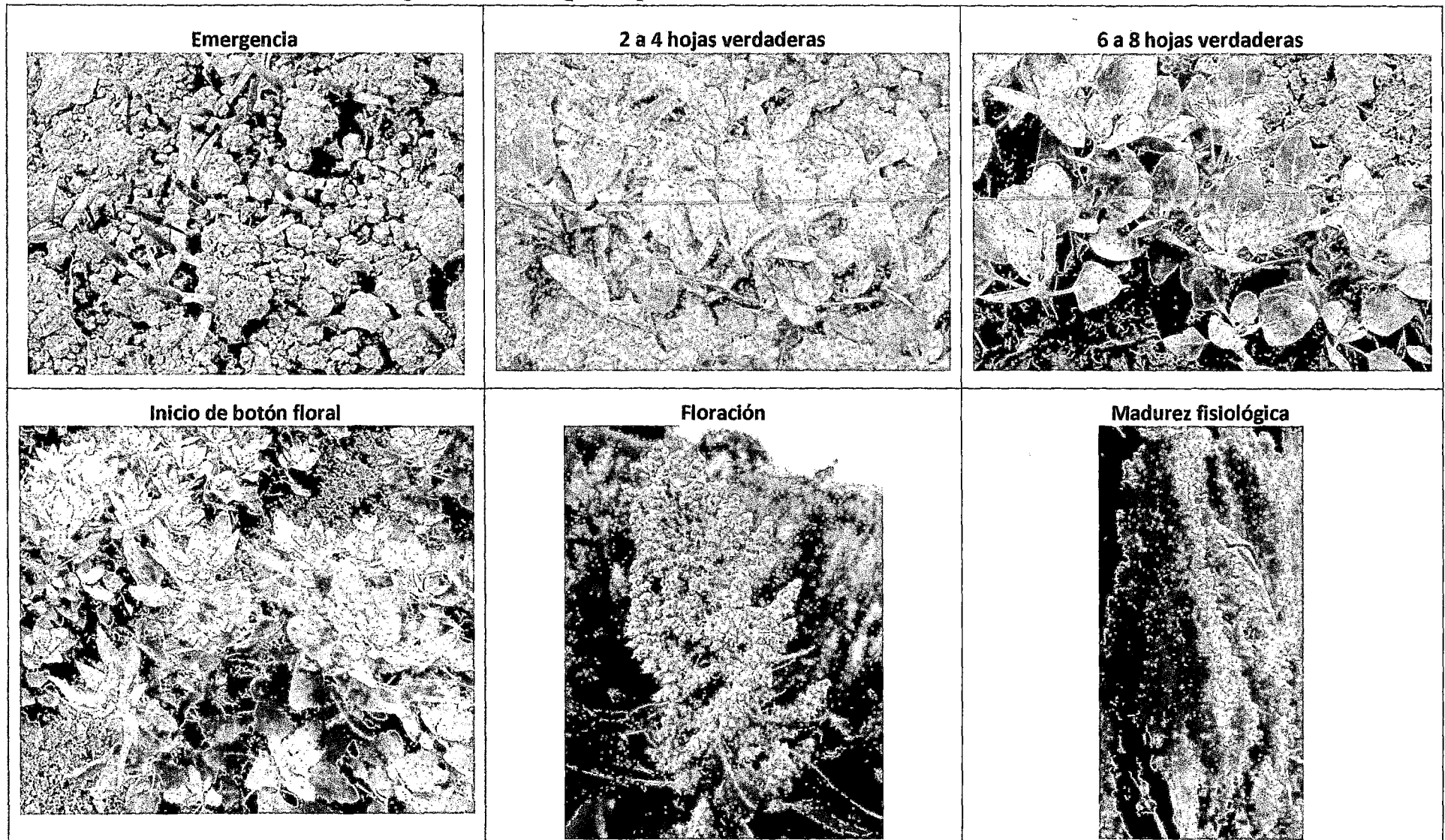
- T1: V. Blanca de Hualhuas
- T2: V. Rosada de Huancayo
- T3: V. Pasankalla
- T4: V. Kancolla
- T5: V. Ilpa-INIA
- T6: V. Blanca de Juli
- T7: V. Salcedo-INIA
- T8: V. Negra Collana
- T9: V. INIA-Altiplano
- T10: V. Amarilla de Marangani

Un aspecto a señalar, si bien no era parte de la investigación, es la tendencia al tumbado o acame que mostraron algunas variedades de quinua cultivadas, ya sea por el peso de panoja o por el diámetro angosto de tallo que desarrollaron. Estas variedades fueron Pasankalla y Kancolla, las cuales tienen una altura de planta de alrededor de un metro, necesitando de un aporque más alto si van a ser producidas comercialmente.

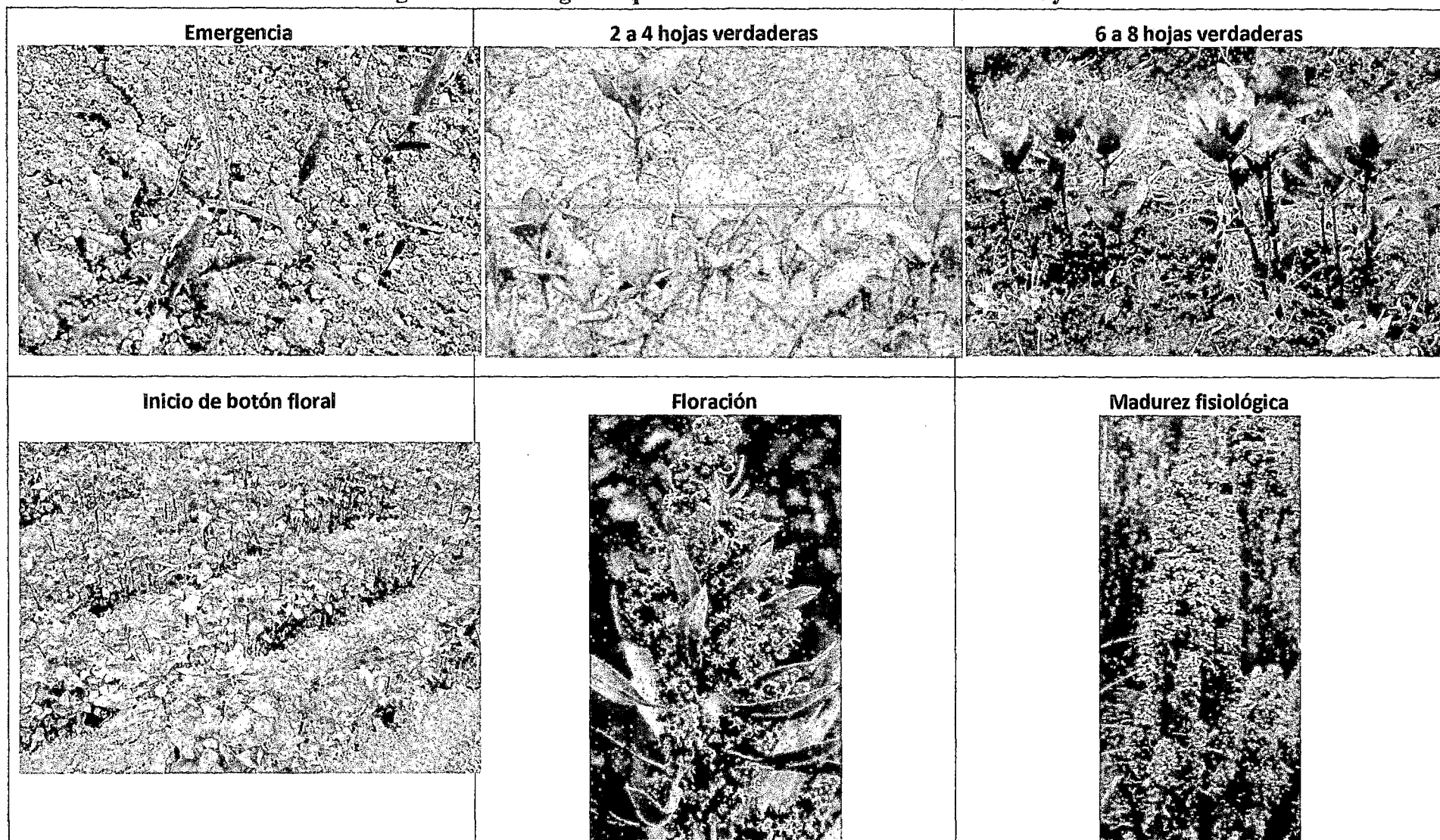
Conjuntamente al desarrollo del cultivo de quinua y las evaluaciones de ciertas variables dispuestas en esta investigación, se realizó un trabajo de caracterización de las diez variedades de quinua cultivadas (Anexo 21 al 25) en base a la lista de descriptores de Mújica (2006) y FAO (2013c). Los resultados presentados fueron tomados de las plantas evaluadas dentro del sistema de tecnología media.

Finalmente, se muestran imágenes de algunas etapas fenológicas de las variedades de quinua cultivadas (Figura 14 al 23).

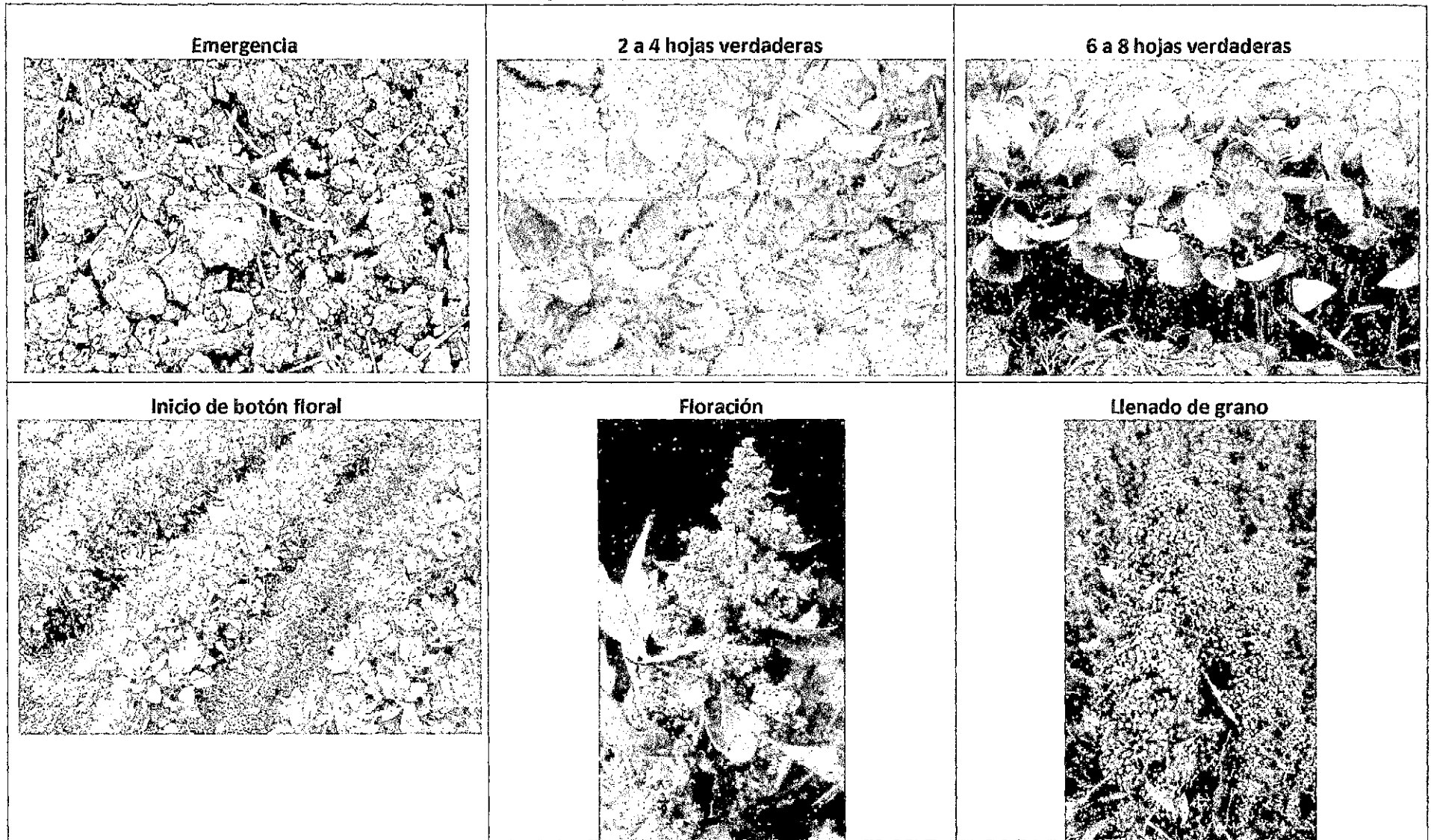
**Figura 14: Fenología de quinua de la variedad Blanca de Hualhuas**



**Figura 15: Fenología de quinua de la variedad Rosada de Huancayo**

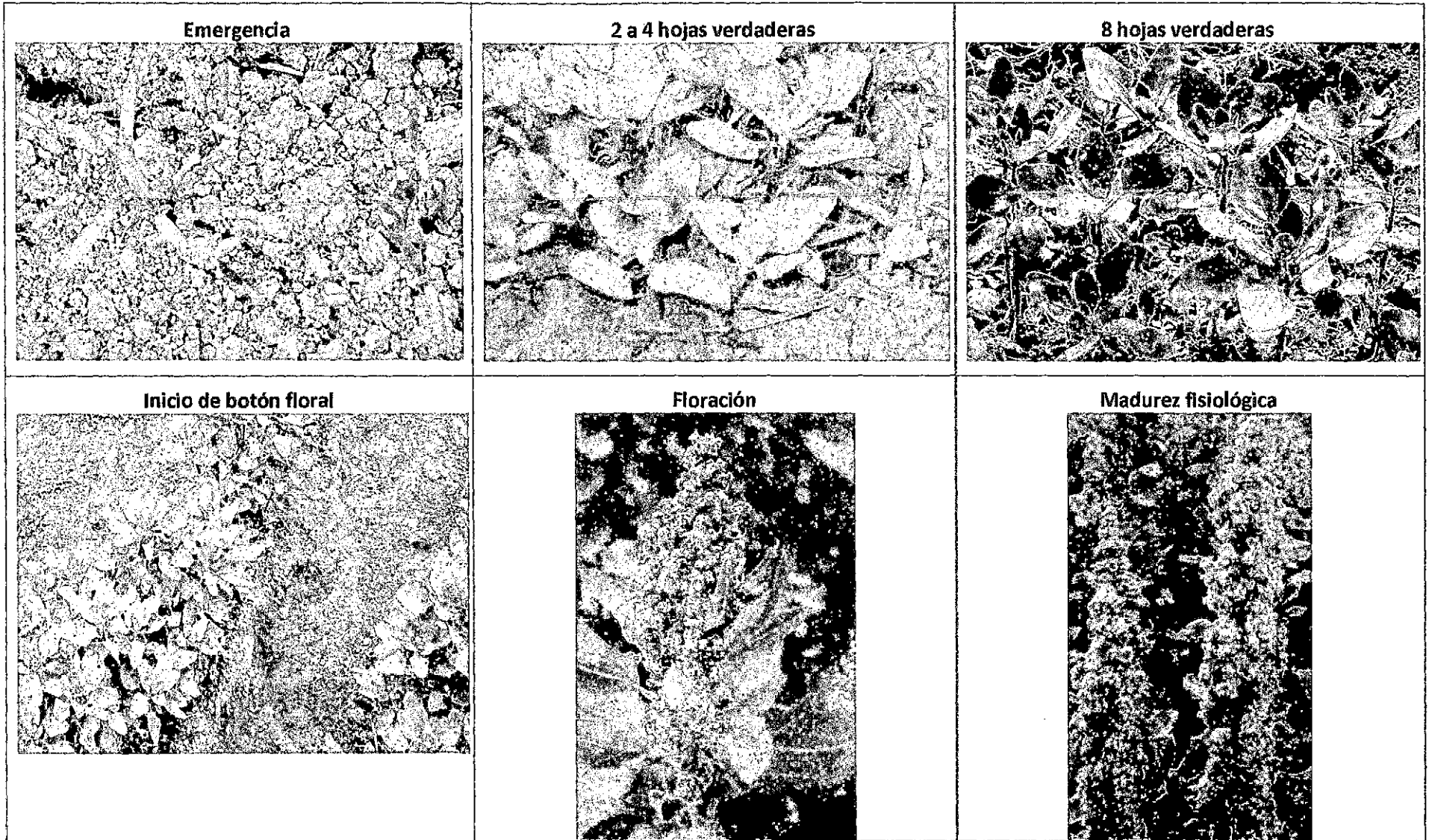


**Figura 16: Fenología de quinua de la variedad INIA 415 - Pasankalla**

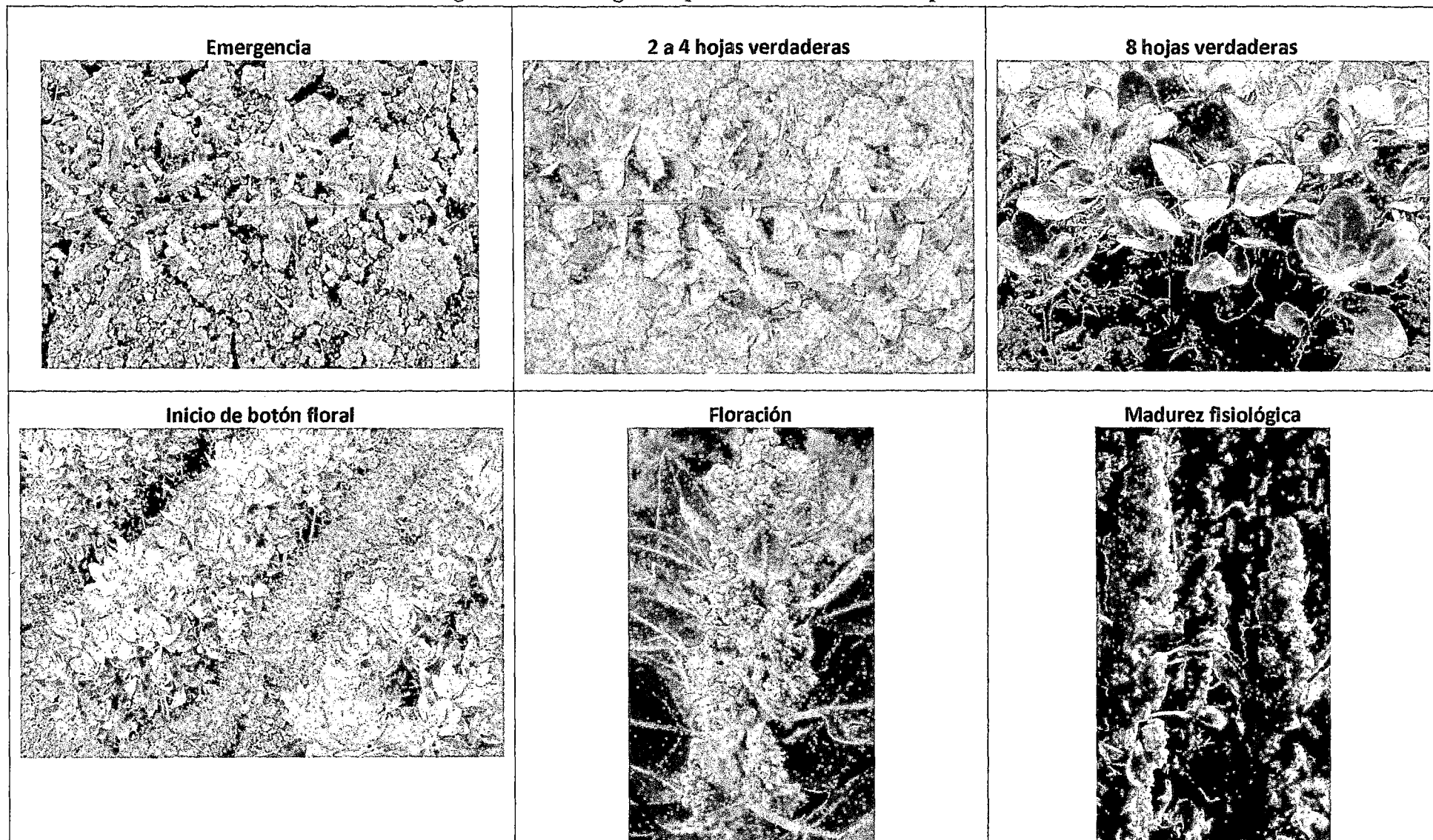




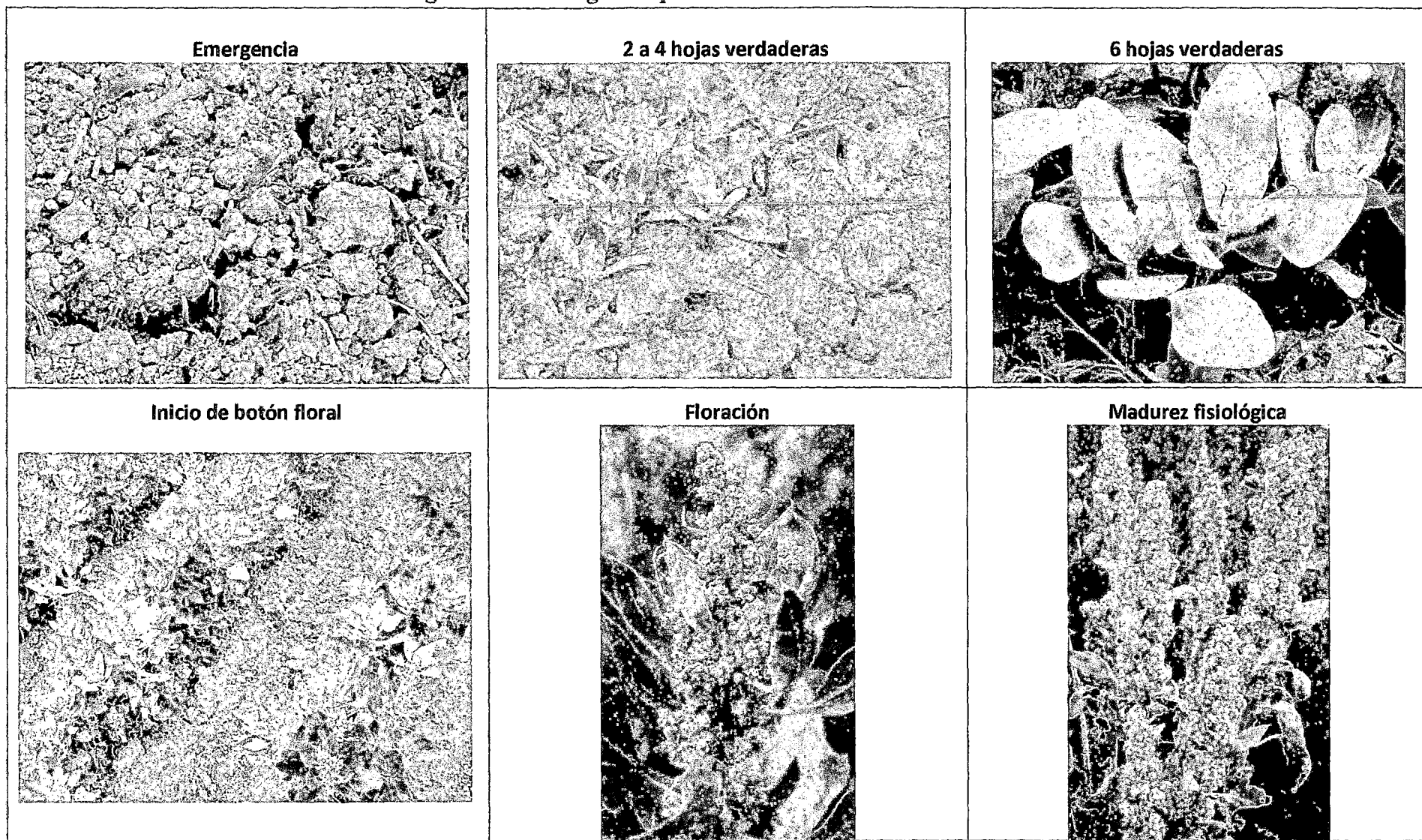
**Figura 17: Fenología de quinua de la variedad Kancolla**



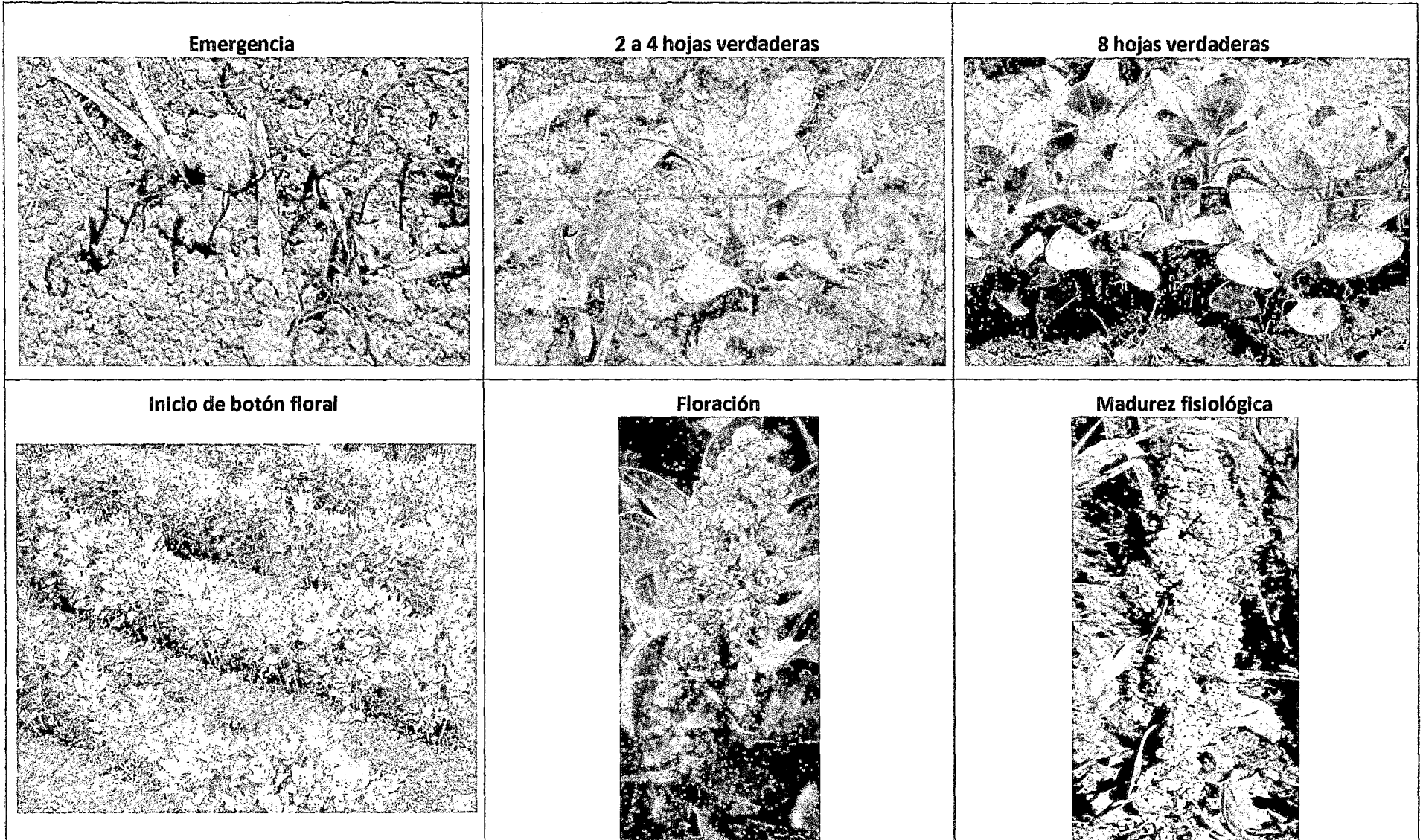
**Figura 18: Fenología de quinua de la variedad Illpa-INIA**



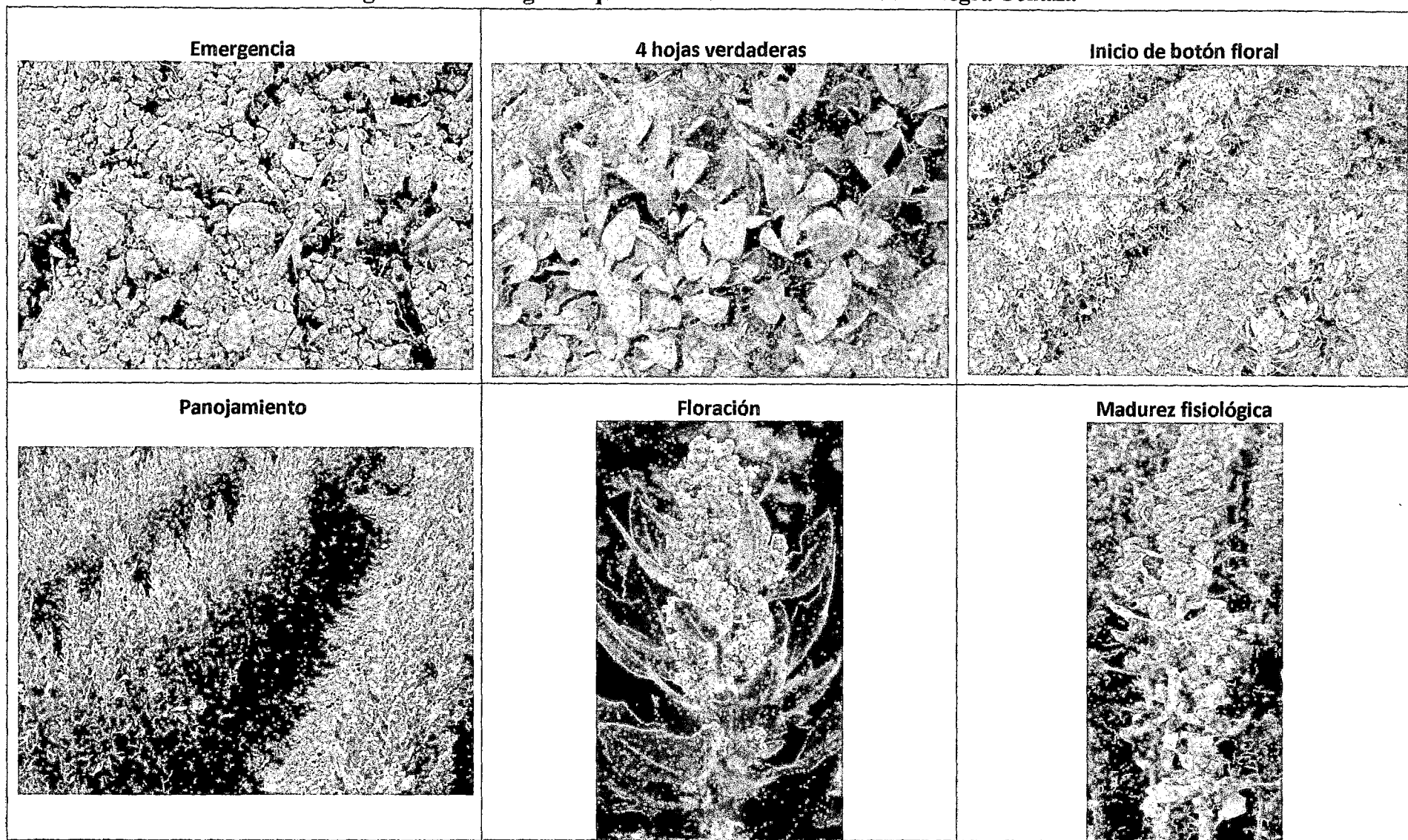
**Figura 19: Fenología de quinua de la variedad Blanca de Juli**



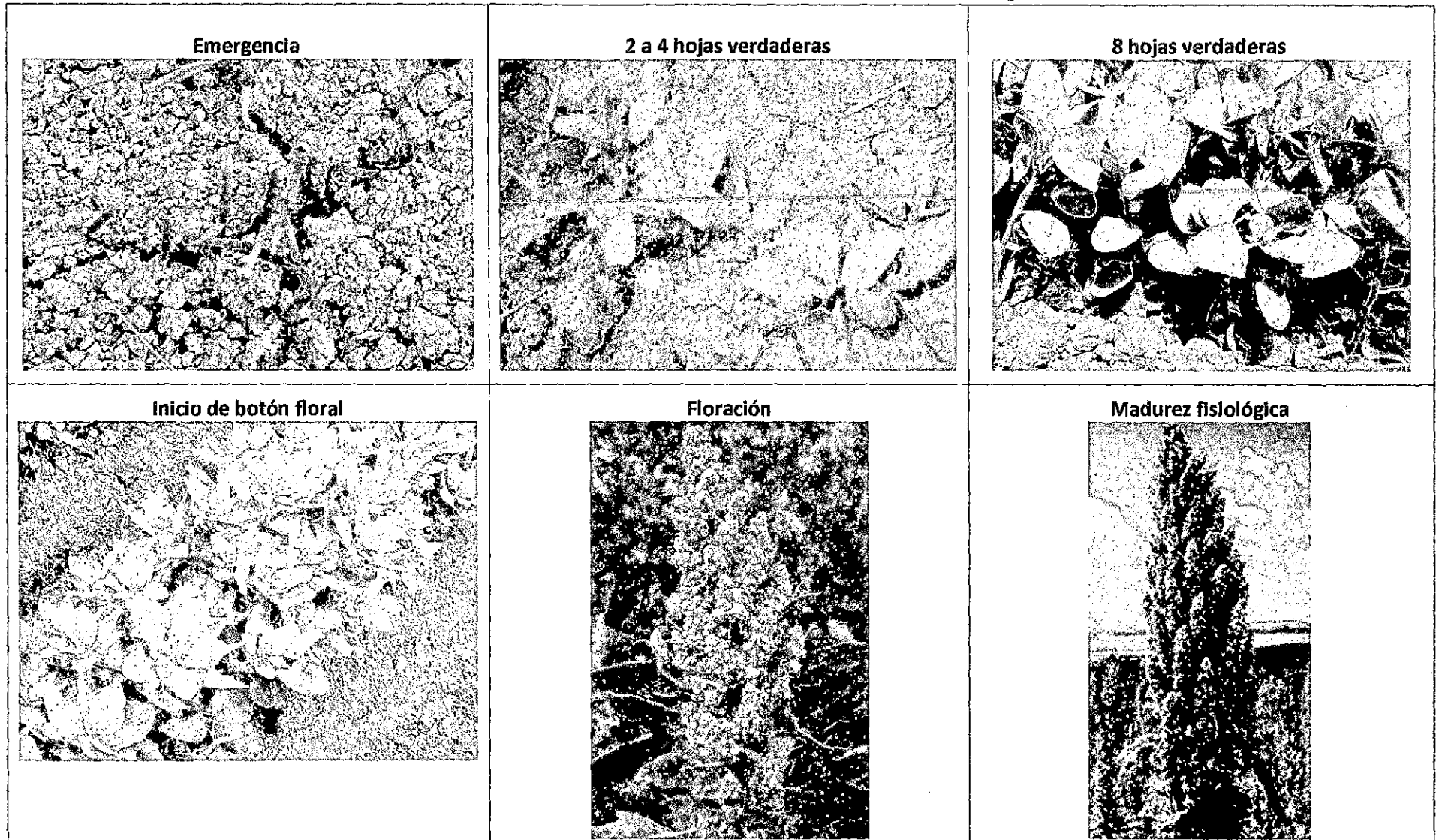
**Figura 20: Fenología de quinua de la variedad Salcedo-INIA**



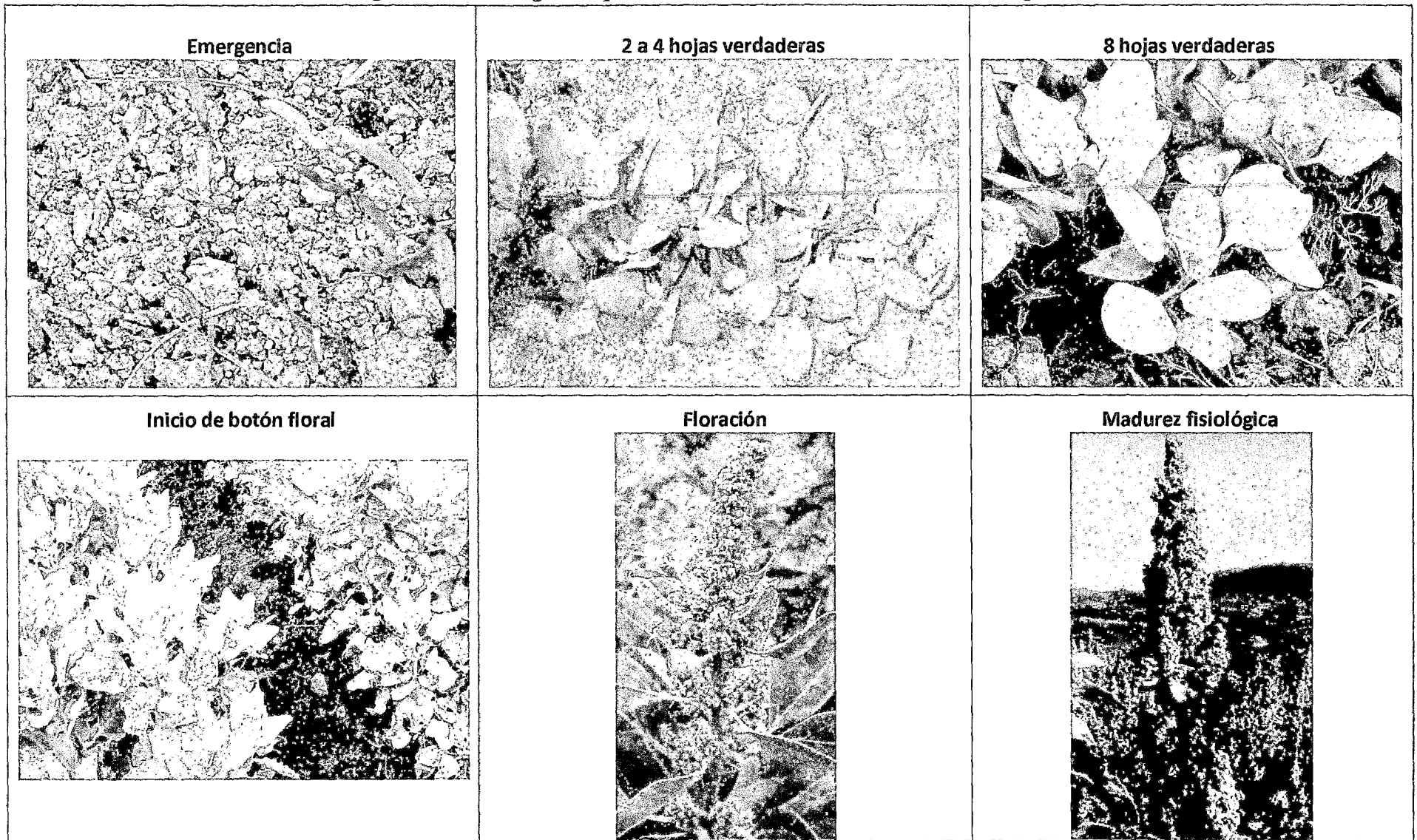
**Figura 21: Fenología de quinua de la variedad INIA 420 - Negra Collana**



**Figura 22: Fenología de quinua de la variedad INIA 431 - Altiplano**



**Figura 23: Fenología de quinua de la variedad Amarilla de Marangani**



## VI. CONCLUSIONES

- El sistema de cultivo de tecnología media propuesto ha sido más eficiente con respecto al sistema tradicional para la producción de quinua, donde las variedades de quinua han podido crecer vigorosamente expresando mayores valores para las variables: rendimiento de grano (Kg./ha), altura de planta (cm.) y tamaño de panoja (cm.).
- El sistema de cultivo de tecnología media propuesto ha permitido obtener un grano de quinua de mejor calidad con respecto al sistema tradicional, debido a que las variedades cultivadas allí han obtenido mayores valores para: el peso de 1000 granos (g.), porcentaje de proteína y tamaño de grano (mm.) con respecto al otro sistema.
- El manejo sanitario durante el desarrollo del cultivo de quinua estuvo dirigido al control del mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum), encontrándose una diferencia en el grado de infestación entre las variedades de quinua. Así, la pigmentación púrpura probablemente contribuyó a la tolerancia al mildiú en las variedades: Rosada de Huancayo, Kancolla y Pasankalla.
- El costo de producción del sistema de tecnología media planteado fue de una cifra mayor con respecto al sistema tradicional. Sin embargo, el sistema de tecnología media permite obtener una rentabilidad superior, debido a los mayores rendimientos (kg./ha) de las variedades de quinua.
- Las variedades de quinua que pueden ser propuestas en la localidad de La Unión-Leticia para su producción comercial son: Amarilla de Marangani, INIA-Altiplano, Illpa-INIA y Blanca de Hualhuas. Las cuatro variedades se destacan por su buen rendimiento en campo, teniéndose que las variedades INIA-Altiplano e Illpa-INIA son de comportamiento precoz. Asimismo, las variedades Amarilla de Marangani, INIA-Altiplano e Illpa-INIA poseen un tamaño de grano mayor. Finalmente, en términos de calidad nutricional, las variedades INIA-Altiplano e Illpa-INIA presentan los mayores porcentajes de proteína en el grano.



## VII. RECOMENDACIONES

- Hacer una investigación sobre la producción de quinua orgánica en el distrito de La Unión-Leticia, debido a que los rendimientos obtenidos en el sistema tradicional fueron considerables a pesar del bajo nivel de fertilización utilizado.
- Realizar investigaciones que vean el efecto del nivel de fertilización, y su fraccionamiento durante el periodo de cultivo, para el porcentaje de proteína final en el grano de quinua.
- Realizar investigaciones similares en distintas zonas agroecológicas andinas que permitan comparar la producción de distintas variedades de quinua, identificando a las mejores, ya que según las condiciones naturales que se ofrezcan se puede conseguir distintos niveles de expresión del potencial de rendimiento de la variedad.
- Realizar trabajos de caracterización de las variedades de quinua que se cultivan, ya sea para semilla o consumo, en las distintas regiones del país para ver el nivel de mezcla y degeneración genética del material que se tiene.
- Hacer una investigación acerca del grado de severidad del mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) en el cultivo de quinua en distintas regiones del Perú, para poder determinar las variantes o razas que puede adoptar este patógeno.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILAR, P y otros. 2001. Variación del contenido de Prolina en Variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Bajo Dos Ambientes de Waru Waru. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y Sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 257, 258.
- AGRIOS, G. 2002. Fitopatología. Editorial Limusa S.A. Impreso en México. pp. 303-309
- AMES, T. y DANIELSEN, S. 2001. Enfermedades de la Quinua. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 119-121.
- APAZA, V.; MUJICA, A. Y CANAHUA, A. 2003. Eficiencia de la aplicación de nitrógeno en tres épocas del cultivo. En: Revista ILLPA. Año 2, N°4. pp. 12, 13
- APAZA, Vidal. 2006. Producción de quinua de calidad. Editado por el INIA. Impreso en Puno. pp. 2, 5, 6
- APAZA, Wilfredo. 1995. Efectos de densidad y niveles de fertilidad en el rendimiento de quinua - Tesis de Ing. Agrónomo en la Universidad Nacional Agraria – La Molina (UNALM).
- BERTERO, D. Y HALL, A. 2001. Respuestas de los Procesos de Desarrollo a la Temperatura y al Fotoperiodo en Quinua. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 223-229
- BONIFACIO, Alejandro. 2001. Resistencia de la Quinua al Mildiu. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 209, 210.
- BONIFACIO, A.; GÓMEZ, L. y ROJAS, W. 2014. Mejoramiento genético de la quinua y el desarrollo de variedades modernas. En: Estado del Arte de la Quinua en el Mundo en 2013. Editado por la FAO. pp. 203-207
- CARE. 2012. Manual de nutrición y fertilización de la quinua. Editado por FUNART. Impreso en Lima. pp. 9, 10.
- DANIELSEN, S. y T. AMES. 2000. El mildiu de la quinua en la zona andina. Editado por el CIP. pp. 8; 31,32.
- DÍAZ, Jesús. 1992. Influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua Tesis de Ing. Agrónomo en la Universidad Nacional Agraria – La Molina

- ECHEGARAY, Tania. 2003. Evaluación de métodos de cultivo de quinua bajo condiciones de costa - Tesis de Ing. Agrónoma en la Universidad Nacional Agraria – La Molina (UNALM)
- FAO. 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) pp. 7; 24-42; 98.
- 2013a. Valor nutricional de la quinua. Disponible en:  
<http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>
- 2013b. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013: libro de resúmenes. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). pp.13
- 2013c. Descriptores para Quinua y sus parientes silvestres. Editado por Bioersity International y FAO. pp. 30-39
- FLORES, Juan. 2010. Tecnología productiva de la quinua. Primera edición. Editado por Solid OPD. Impreso en Lima. pp. 21
- GANDARILLAS, Humberto. 1979. Botánica. En: Quinua y la Kañiwa: cultivos andinos Editado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Impreso en Bogotá. pp. 21-30
- GANDARILLAS, A. y otros. 2014. Principales plagas y enfermedades de la quinua. En: Estado del Arte de la Quinua en el Mundo en 2013. Editado por la FAO. pp. 244-250
- GESINSKI, K. 2008. Evaluation of the development and yielding potential of *Chenopodium quinoa* willd. under the climatic conditions of Europe. In: ACTA AGROBOTANICA. Vol. 61 (1). pp. 179-184
- GOMAA, E. 2013. Effect of Nitrogen, Phosphorus and Biofertilizers on Quinoa Plant. In: Journal of Applied Sciences Research, 9(8). pp. 5210-5219
- GÓMEZ, Luz. 2012. Manual del Cultivo de la Quinua. Editado por el Proyecto VLIR/UNALM. Impreso en Lima. Pp. 12-18; 26-33; 39.
- GÓMEZ, L. y otros. 2014. Perú. En: Estado del Arte de la Quinua en el Mundo en 2013. Editado por la FAO. pp. 450-455
- GORDON VILLENA, A. 2011. Sistemas de cultivo de la quinua y su efecto en el rendimiento y calidad en Condiciones de verano en La Molina - Tesis de Ing. Agrónomo en la Universidad Nacional Agraria – La Molina (UNALM).

INDECOPI. 2009. Norma Técnica Peruana: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd).  
Requisitos. Primera edición. pp. 7, 8

INIA y otros. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinoa en el Perú. Primera Edición. Editado por INIA. Impreso en Lima. 79 pps.

Variedad Illpa-INIA. Disponible en:

[http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/16/13709721756510/f\\_-\\_quinoa\\_illpa\\_inia.pdf](http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/16/13709721756510/f_-_quinoa_illpa_inia.pdf)

Variedad Negra Collana, Disponible en:

<http://quinoa.pe/ficha-tecnica-quinoa-inia-420-negra-collana/>

Variedad Pasankalla. Disponible en:

<http://quinoa.pe/ficha-tecnica-quinoa-inia-415-pasankalla/>

Variedad Salcedo-INIA. Disponible en:

[http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/16/13709765831890/f\\_-\\_quinoa\\_salcedo\\_inia.pdf](http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/16/13709765831890/f_-_quinoa_salcedo_inia.pdf)

JACOBSEN, S. y MUJICA, A. 2001. Quinoa: Cultivo con Resistencia a la Sequía y otros Factores Adversos. En: Primer Taller Internacional sobre quinoa: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. Pp. 175, 176

JACOBSEN, S. y SORENSEN, M. 2010. Quinoa y su producción en Bolivia: de éxito económico a desastre ambiental. En: Desafíos de la Globalización a los Sistemas Agroalimentarios en América Latina. Editado por DANIDA. Pp. 87-96

JUDD, W., Campell C., Kellogg E. and Stevens P. 2008. Plant Systematics a phylogenetic approach. Sinauer Associates, Inc, Publishers. USA. 811p.

KAKABOUKI, D. y otros. 2014. Effects of fertilization and tillage system on growth and crude protein content of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An alternative forage crop. In: Emirates Journal of Food and Agriculture. 26 (1). Pp. 18-23

MENDOZA SOTO, V. 2013. Comparativo de accesiones de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de costa central. Tesis de Ing. Agrónoma en la Universidad Nacional Agraria – La Molina (UNALM)

MINAGRI. 2013. Quinoa: Principales Aspectos de la Cadena Productiva. Impreso en Lima. pp. 11-17, 23.

2015. Aumenta superficie de cultivos de quinoa, uva, palta y cacao en Perú. En: Diario Gestión – 17 de febrero del 2015. Disponible en:

<http://gestion.pe/economia/minagri-aumenta-superficie-cultivos-quinoa-peru-2123669>

- MONTEROS, C. y JACOBSEN, S. 2001. Respuesta Agronómica y Fisiológica de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a Temperaturas Congelantes en 3 Estados Fenológicos. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. Pp. 197-201
- MUJICA, Ángel. 1997. Cultivo de quinua. Editado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Impreso en Lima. pp. 9-18; 27-30, 35-38; 58; 61; 64-80; 108
- y JACOBSEN, S. 1999. I Curso Internacional sobre Fisiología de la Resistencia a Sequía en Quinua. Editado por el CIP. Impreso en Lima. pps.71, 72, 73
- y JACOBSEN, S. 2001a. Importancia de los Factores Abióticos Adversos en la Agricultura Andina. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. Pp. 169-173
- y CANAHUA, A. 2001b. Agronomía del cultivo de la quinua. En: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Editado por la FAO. Impreso en Chile. 361 pps.
2006. Descriptores para la caracterización del cultivo de quinua. En: Manual de Caracterización In Situ. Editado por el MINAG. pp. 90-105
2008. Quinua Negra. En: Revista Agronoticias. Año XXX, Edición N°39 8 de marzo del 2008. pp. 50-52.
- ORTÍZ, René. 2001. Insectos Plaga en Quinua. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 115-117.
- PAPASTYLIANOU, P. y otros. 2014. Effect of Fertilization on Yield and Quality of Biomass of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and Green Amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.). In: Bulletin UASVM Horticulture.71 (2). pps. 288-292
- QUISPE, H. y JACOBSEN, S. 2001. Tolerancia a la Salinidad en Quinua. En: Primer Taller Internacional sobre Quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 181, 182.
- RISCO, Alejandro. 2011. Efecto de cinco propuestas de abonamiento y dos distanciamientos entre surcos en el rendimiento y calidad de quinua en Vilcashuamán – Ayacucho. Tesis de Ing. Agrónomo en la Universidad Nacional Agraria – La Molina (UNALM).

- SALINAS, Andrés y otros. 2008. Efecto de las heladas sobre el cultivo de la quinua. En: Revista Agricultura del Desierto. Editado por la Universidad Aturo Prat. Impreso en Chile. pp. 73-80.
- SHAHZAD, M. y SHAHID, I. 2014. Evaluating the Response of Nitrogen Application on Growth, Development and Yield of Quinoa Genotypes. In: International Journal of Agriculture & Biology. Vol.16. N°5. pp. 886-892
- SHAMS, A. 2012. Response of quinoa to nitrogen fertilizer rates under sandy soil Conditions. In: 13th international Conf. Agron. Fac.of Agric., Benha Univ., Egypt. pp. 195-203
- SENAMHI. 2013. Normales Decadales de Temperaturas y Precipitación, y Calendario de Siembras y Cosechas. Editado por el MINAGRI. Impreso en Lima. pp. 219
- SPEDDING, C. R. 1979. Ecología de los sistemas agrícolas. Editado por Applied Science Publishers. Impreso en España. pp 15-23
- SOTO, J.; VALDIVIA, E.; CUADROS, A. y BRAVO, R. 2012. Descripción de sistemas de rotación de cultivos en parcelas de producción de quinua en cuatro zonas del altiplano peruano. En: Ciencia Agro. Vol.2. N°3 (2012). pp. 391-402
- TAPIA, Fidelia. 2003. Influencia de 2 tecnologías de cultivo en la producción de quinua - Tesis de Magister en Producción Agrícola en la Universidad Nacional Agraria – La Molina (UNALM).
- TAPIA, Mario. 1979. Historia y distribución geográfica. En: : Quinoa y la Kañihua: Cultivos andinos. Editado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Impreso en Bogotá. pp. 12.
- Prácticas Agronómicas. En: Quinoa y la Kañihua: cultivos andinos Editado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Impreso en Bogotá. pp. 98-105
1997. Agronomía de los cultivos andinos. En: Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Segunda edición. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Impreso en Santiago de Chile. pp. 30
2001. Zonificación agroecológica de la quinua. En:Primer Taller Internacional sobre quinua: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 17-27
- ZURITA-SILVA, A. y otros. 2014. Respuestas a la sequía y adaptación de la quinua. En: Estado del Arte de la Quinoa en el Mundo en 2013. Editado por la FAO. pp. 185-198

## IX. ANEXOS

### Anexo 1: Promedios mensuales de las variables meteorológicas de la Estación Tarma, durante el periodo 1981-2010

Distrito: Tarma  
 Provincia: Tarma  
 Unidad Hidrográfica: Cuenca Perené

Longitud: 75°41'25"  
 Latitud: 11°23'49"  
 Altitud: 3000 m.s.n.m.

Variables	Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T° máxima (°C)	20.8	20.7	21.1	20.3	20.4	20.4	20.5	20.2	20.4	20.3	20.3	20.0	20.4	20.3	20.6	20.4	21.0	21.3	21.3	21.0	21.5	20.8	20.5	20.4	20.3	20.0	20.1
T° mínima (°C)	6.1	6.8	7.0	6.9	6.8	7.0	6.9	6.9	7.0	6.8	7.0	7.0	6.9	7.0	6.9	6.4	6.3	5.7	5.4	5.0	4.3	3.6	3.2	3.5	2.9	4.0	3.3
T° media (°C)	13.9	14.5	14.5	14.2	14.2	14.2	14.3	14.1	14.1	14.0	14.2	13.8	14.3	14.3	14.4	14.1	14.2	14.1	13.8	13.4	13.3	12.6	12.6	12.6	12.1	12.5	12.4
Hd. Relativa (%)	66.0	66.0	65.0	67.0	67.0	67.0	67.0	69.0	68.0	68.0	68.0	68.0	68.0	69.0	68.0	67.0	67.0	66.0	65.0	64.0	63.0	65.0	66.0	66.0	65.0	66.0	67.0
Precipitación (mm.)	10.0	11.3	11.1	14.4	13.8	16.3	15.1	17.1	16.5	21.2	17.4	17.6	20.3	17.6	16.2	13.9	6.1	3.1	5.1	2.5	1.7	2.1	2.1	2.7	2.0	1.3	1.2
Horas de sol	6.4	6.2	5.4	5.0	4.7	4.4	4.9	5.4	5.0	4.7	5.8	4.8	4.5	4.6	4.7	5.4	6.1	6.8	7.3	7.0	7.2	7.7	7.3	6.8	7.1	7.1	7.2

Fuente: SENAMHI (2013).

- Precipitación promedio anual (mm.): 329.9
- Precipitación promedio entre los meses de noviembre y julio (mm.): 279.7

## Anexo 2: Análisis de Caracterización de Suelo



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



### ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

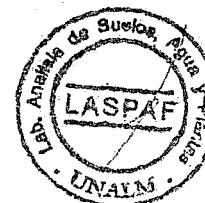
Solicitante : GERALDO FERNANDO ROSAS HUARINGA

Departamento : JUNIN  
 Distrito : LA UNION - LETICIA  
 Referencia : H.R. 42367-097C-13

Provincia : TARMA  
 Predio : HUARI  
 Fecha : 22/10/13

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
16716		7.91	0.66	51.50	1.69	14.4	202	54	27	19	Fr.A.	16.00	11.86	3.47	0.44	0.23	0.00	16.00	16.00	100

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



*Sady García Bendezi*  
 Jefe del Laboratorio



### Anexo 3: Análisis de variancia del rendimiento de grano (kg./ha) en el sistema tradicional

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Significancia
Variedades	9	3531750.348	392416.705	6.12	0.0006	**
Repeticiones	2	73106.351	36553.175	0.57	0.5754	ns
Error	18	1154387.490	64132.638			
Total	29	4759244.189				

CV = 9.3792

Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$  Rendimiento promedio (Kg./ha) = 2700.075

### Anexo 4: Análisis de variancia de la altura de planta (cm.) en el sistema tradicional

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Significancia
Variedades	9	6274.966667	697.218519	22.61	<.0001	**
Repeticiones	2	522.200000	261.100000	8.47	0.0026	**
Error	18	555.133333	30.840741			
Total	29	7352.300000				

CV = 5.514840

Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$  Altura de planta promedio (cm.) = 100.70

### Anexo 5: Análisis de variancia de la longitud de panoja (cm.) en el sistema tradicional

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Significancia
Variedades	9	404.9080000	44.9897778	9.02	<.0001	**
Repeticiones	2	28.2860000	14.1430000	2.83	0.0851	ns
Error	18	89.8140000	4.9896667			
Total	29	523.0080000				

CV = 9.199984

Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$  Longitud de panoja promedio (cm) = 24.28

### Anexo 6: Análisis de variancia del diámetro de panoja (cm.) en el sistema tradicional

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Significancia
Variedades	9	18.66500000	2.07388889	21.39	<.0001	**
Repeticiones	2	0.91588667	0.45794333	4.72	0.0224	*
Error	18	1.74498000	0.09694333			
Total	29	21.32586667				

CV = 6.375916

Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$  Diámetro de panoja promedio (cm) = 4.883333

**Anexo 7: Análisis de variancia del peso de 1000 granos (g.) en el sistema tradicional**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Significancia
Variedades	9	3.70684364	0.41187152	18.17	<.0001	**
Repeticiones	2	0.09382174	0.04691087	2.07	0.1553	ns
Error	18	0.40810882	0.02267271			
Total	29	4.20877420				

CV = 4.973847      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Peso promedio de 1000 granos (g.) = 3.027327

**Anexo 8: Análisis de variancia del porcentaje de proteínas de grano en el sistema tradicional**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Variedades	8	43.01185185	5.37648148	21.99	<.0001	**
Repeticiones	2	0.62740741	0.31370370	1.28	0.3043	ns
Error	16	3.91259259	0.24453704			
Total	26	47.55185185				

CV = 3.725359      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Porcentaje de proteína (%) = 13.27407

**Anexo 9: Análisis de variancia del rendimiento de grano (kg./ha) en el sistema de tecnología media**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Variedades	9	12425695.39	1380632.82	32.69	<.0001	**
Repeticiones	2	23154.90	11577.45	0.27	0.7633	ns
Error	18	760163.94	42231.33			
Total	29	13209014.22				

CV = 5.703341      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Rendimiento promedio (Kg./ha) = 3603.197

**Anexo 10: Análisis de variancia de la altura de planta (cm.) en el sistema de tecnología media**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Variedades	9	9472.300000	1052.477778	42.32	<.0001	**
Repeticiones	2	285.066667	142.533333	5.73	0.0119	*
Error	18	447.600000	24.866667			
Total	29	10204.96667				

CV = 4.086301      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Altura de planta promedio (cm) = 122.0333

**Anexo 11: Análisis de variancia de la longitud de panoja (cm.) en el sistema de tecnología media**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Variedades	9	972.3283500	108.0364833	11.10	<.0001	**
Repeticiones	2	88.1379467	44.0689733	4.53	0.0255	*
Error	18	175.145120	9.730284			
Total	29	1235.611417				

CV = 8.787287      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Longitud de panoja promedio (cm) = 35.49833

**Anexo 12: Análisis de variancia del diámetro de panoja (cm.) en el sistema de tecnología media**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Variedades	9	21.02709667	2.33634407	6.45	0.0004	**
Repeticiones	2	1.44170667	0.72085333	1.99	0.1655	ns
Error	18	6.51569333	0.36198296			
Total	29	28.98449667				

CV = 9.520284      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Diámetro de panoja promedio (cm) = 6.319667

**Anexo 13: Análisis de variancia del peso de 1000 granos (g.) en el sistema de tecnología media**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Variedades	9	6.65025051	0.73891672	53.29	<.0001	**
Repeticiones	2	0.00279453	0.00139727	0.10	0.9046	ns
Error	18	0.24958014	0.01386556			
Total	29	6.90262518				

CV = 3.586825      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Peso promedio de 1000 granos (g.) = 3.282907

**Anexo 14: Análisis de variancia para el porcentaje de proteínas en el sistema de tecnología media**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Variedades	8	7.20518519	0.90064815	9.88	<.0001	**
Repeticiones	2	0.40074074	0.20037037	2.20	0.1435	ns
Error	16	1.45925926	0.09120370			
Total	26	9.06518519				

CV = 2.135670      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Porcentaje de proteína (%) = 14.14074

**Anexo 15: Análisis combinado de variancia del rendimiento de grano (kg./ha)**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Sistemas de cultivo	1	12234449.23	12234449.23	230.05	<.0001	**
Repeticiones por sistemas	4	96261.25	24065.31	0.45	0.7699	ns
Variedades	9	12587747.92	1398638.66	26.30	<.0001	**
Variedades por sistemas	9	3369697.81	374410.87	7.04	<.0001	**
Error	36	1914551.43	53181.98			
Total	59	30202707.65				

CV = 7.317222

Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$

Rendimiento medio (Kg./ha) = 3151.636

**Anexo 16: Análisis combinado de variancia de la altura de planta (cm.)**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Sistemas de cultivo	1	6826.66667	6826.66667	245.09	<.0001	**
Repeticiones por sistemas	4	807.26667	201.81667	7.25	0.0002	**
Variedades	9	15198.60000	1688.73333	60.23	<.0001	**
Variedades por sistemas	9	548.66667	60.96296	2.19	0.0464	*
Error	36	1002.73333	27.85370			
Total	59	24383.93333				

CV = 4.738995

Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$

Altura de planta promedio (cm.) = 111.3667

**Anexo 17: Análisis combinado de variancia de la longitud de panoja (cm.)**

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Sistemas de cultivo	1	1887.765042	1887.765042	256.49	<.0001	**
Repeticiones por sistemas	4	116.423947	29.105987	3.95	0.0092	**
Variedades	9	1203.219842	133.691094	18.16	<.0001	**
Variedades por sistemas	9	174.016508	19.335168	2.63	0.0190	*
Error	36	264.959120	7.359976			
Total	59	3646.384458				

CV = 9.076625

Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$

Longitud de panoja (cm) = 29.88917

### Anexo 18: Análisis combinado de variancia del diámetro de panoja (cm.)

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Sistemas de cultivo	1	30.94580167	30.94580167	134.86	<.0001	**
Repeticiones por sistemas	4	2.35759333	0.58939833	2.57	0.0544	*
Variedades	9	38.87734833	4.31970537	18.83	<.0001	**
Variedades por sistemas	9	0.81474833	0.09052759	0.39	0.9297	ns
Error	36	8.26067333	0.22946315			
Total	59	81.25616500				

CV = 8.551694      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Diámetro promedio de panoja (cm) = 5.6015

### Anexo 19: Análisis combinado de variancia del peso de 1000 granos (g.)

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Sistemas de cultivo	1	0.97981705	0.97981705	53.63	<.0001	**
Repeticiones por sistemas	4	0.09661627	0.02415407	1.32	0.2804	ns
Variedades	9	9.49388871	1.05487652	57.74	<.0001	**
Variedades por sistemas	9	0.86320544	0.09591172	5.25	0.0001	**
Error	36	0.65768896	0.01826914			
Total	59	12.09121642				

CV = 4.283942      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Peso de 1000 granos (g.) = 3.155117

### Anexo 20: Análisis combinado de variancia del porcentaje de proteínas del grano

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F	Nivel de significancia
Sistemas de cultivo	1	10.14000000	10.14000000	60.40	<.0001	**
Repeticiones por sistemas	4	1.02814815	0.25703704	1.53	0.2167	ns
Variedades	8	37.79370370	4.72421296	28.14	<.0001	**
Variedades por sistemas	8	12.42333333	1.55291667	9.25	<.0001	**
Error	32	5.37185185	0.16787037			
Total	53	66.75703704				

CV = 2.989040      Nivel de significación =  $\alpha = 0.05$       Porcentaje de proteína (%) = 13.70741

**Anexo 21: Caracterización de las variedades Blanca de Hualhuas y Rosada de Huancayo**

N°	Estado		Código	Blanca de Hualhuas	Rosada de Huancayo
	Caracterización	Carácter			
1	Planta				
	Tipo de planta (o crecimiento)	Arbustivo	1	2	2
		Herbáceo	2		
	Hábito de la planta	Erecto	1	1	1
		Semirrecto	2		
		Decumbente	3		
		Postrado	4		
2	Tallo				
	Formación del tallo	Tallo principal prominente	P	P	P
		Tallo principal no prominente	NP		
	Angulosidad del tallo principal (observada en la parte central del tercio medio)	Cilíndrico	C	A	A
		Anguloso	A		
	Presencia de axilas pigmentadas	Ausentes	A	P	A
		Presentes	P		
	Color de axilas	Amarillo	1	3	
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Rosado	4		
		Anaranjado	5		
	Presencia de estrías en el tallo	Presentes	P	P	P
		Ausentes	A		
	Color de las estrías	Amarillas	1	3	5
		Rojas	2		
		Verdes	3		
		Cremas	4		
		Púrpuras	5		
		Otros (especifique)	6		
	Color del tallo principal	Amarillo	1	2	2
		Verde	2		
		Gris	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	8		
3	Ramas				
	Presencia de ramificación	Ausente	A	A	A
		Presente	P		
4	Hojas				
	Forma de las hojas inferiores	Romboidal	1	1	1
		Triangular	2		
		Típica	3		
		Atípica	4		
	Longitud máxima del peciolo	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	4.14	4.13

	Longitud máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta	en cm.	6.78	6.77
	Anchura máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta	en cm.	5.31	5.46
	Forma de las hojas superiores	Lanceolada	1	1	1
		Otra	2		
	Borde de las hojas inferiores	Liso	1	2	2
		Dentado	2		
		Aserrado	3		
	Dientes en las hojas inferiores	Pocos dientes	1	2	3
		3-12 dientes	2		
		Más de 12 dientes	3		
	Color de las hojas inferiores	Verde	1	1	1
		Amarillo	2		
		Naranja	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	7		
5	<b>Inflorescencia o panoja</b>				
	Color de la panoja a la floración	Blanca	1	Verde claro	3
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Otros (especifique)	10		
	Color de la panoja a la madurez fisiológica	Blanca	1	Crema	3
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Misa (colores intercalados o con un patrón)	10		
		Otros (especifique)	11		
	Diferenciación de la panoja	Diferenciada y terminal	DT	DT	DT
		No diferenciada	ND		
	Forma de la panoja	Glomerulada	G	A	I
		Amarantiforme	A		
		Intermedia	I		
	Longitud de panoja		en cm.	46.2	45.8
	Diámetro de panoja		en cm.	7.5	7.3

	Densidad de la panoja	Laxa	L	I	I
		Intermedia	I		
		Compacta	C		
6	Fruto y semilla				
	Color del perigonio	Verde	1	5	3
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Amarillo	4		
		Crema	5		
		Anaranjado	6		
		Rosado	7		
		Otros (especifique)	8		
	Facilidad de desprendimiento del perigonio	Adherido	A	A	N
		No adherido	N		
	Color del pericarpio	Transparente	1	3	10
		Blanco	2		
		Blanco sucio	3		
		Blanco opaco	4		
		Amarillo	5		
		Amarillo intenso	6		
		Anaranjado	7		
		Rosado	8		
		Rojo bermellón	9		
		Púrpura	10		
		Café	11		
		Gris	12		
		Negro	13		
		Otros (especifique)	14		
	Color del episperma	Transparente	1	2	2
		Blanco	2		
		Café	3		
		Café oscuro	4		
		Negro brillante	5		
		Negro opaco	6		
		Otros (especifique)	7		
	Aspectos del episperma	Opaco	O	O	O
		Translucido hialino (chullpi)	T		
		Redondeado (ajaras)	R		
		Cilíndrico	2		
		Elipsoidal	3		
7	Caracteres de la plántula				
	Pigmentación en los cotiledones	No pigmentados	NP	P	P
		Pigmentados	P		
	Intensidad de color	Claro	1	1	1
		Medio	2		
		Oscuro	3		
		No pigmentado	4		
8	Evaluación preliminar				
	Días hasta el inicio de panoja	Nº de días desde la emergencia hasta 50% de plantas	Días	71	70



	Días hasta la maduración total	N° de días desde la emergencia hasta 50% de plantas maduras	Días	178	174
	Rendimiento de semilla por panoja	Medida en gramos en al menos 10 plantas	Gramos		
	Peso de 1000 semillas		Gramos	3.33	3.53
	Uniformidad del grano	Poca uniformidad	1		
		Algunos granos diferentes	2		
		Bastante uniformidad	3		
9	Evaluación agronómica				
	Días hasta la emergencia	N° de días desde la siembra hasta el 50% de emergencia de plántulas	Días	8	8
	Altura de planta	Al final de la floración de al menos 10 plantas	cm.	1.46	1.41
10	Evaluación química				
	Contenido de saponinas	Nada	1	2	2
		Poca	2		
		Intermedia	3		
		Bastante	4		
	Sabor de las semillas	Dulce	1	1	1
		Intermedio	2		
		Amargo	3		
	Contenido de proteínas de la semilla	En porcentaje de la semilla seca	%	13.8	14.3
11	Susceptibilidad al estrés				
	Baja temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Alta temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Sequía	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Susceptibilidad a plagas y enfermedades				
	Plagas				
	Enfermedades				
	<i>Peronospora variabilis</i> , "mildiu"	No síntomas	1	4	3
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		

**Anexo 22: Caracterización de las variedades Pasankalla y Kancolla**

N°	Estado		Código	Pasankalla	Kancolla
	Caracterización	Carácter			
1	<b>Planta</b>				
	Tipo de planta (o crecimiento)	Arbustivo	1	2	2
		Herbáceo	2		
	Hábito de la planta	Erecto	1	1	1
		Semirrecto	2		
		Decumbente	3		
		Postrado	4		
2	<b>Tallo</b>				
	Formación del tallo	Tallo principal prominente	P	P	P
		Tallo principal no prominente	NP		
	Angulosidad del tallo principal (observada en la parte central del tercio medio)	Cilíndrico	C	A	A
		Anguloso	A		
	Presencia de axilas pigmentadas	Ausentes	A	P	P
		Presentes	P		
	Color de axilas	Amarillo	1	3	3
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Rosado	4		
		Anaranjado	5		
		Presentes	P		
	Ausentes	A			
	Color de las estrías	Amarillas	1	5	5
		Rojas	2		
		Verdes	3		
		Cremas	4		
		Púrpuras	5		
		Otros (especifique)	6		
	Color del tallo principal	Amarillo	1	2	2
		Verde	2		
		Gris	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	8		
3	<b>Ramas</b>				
	Presencia de ramificación	Ausente	A	A	A
		Presente	P		
4	<b>Hojas</b>				
	Forma de las hojas inferiores	Romboidal	1	1	1
		Triangular	2		
		Típica	3		
		Atípica	4		
	Longitud máxima del peciolo	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	3.5	2.71

	Longitud máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	5.25	6.53
	Anchura máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	4.46	4.04
	Forma de las hojas superiores	Lanceolada	1	1	1
		Otra	2		
	Borde de las hojas inferiores	Liso	1	2	2
		Dentado	2		
		Aserrado	3		
	Dientes en las hojas inferiores	Pocos dientes	1	2	2
		3-12 dientes	2		
		Más de 12 dientes	3		
	Color de las hojas inferiores	Verde	1	1	1
		Amarillo	2		
		Naranja	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	7		
5	Inflorescencia o panoja				
	Color de la panoja a la floración	Blanca	1	3	3
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Otros (especifique)	10		
	Color de la panoja a la madurez fisiológica	Blanca	1	3	Crema
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Otros (especifique)	11		
	Diferenciación de la panoja	Diferenciada y terminal	DT	DT	DT
		No diferenciada	ND		
	Forma de la panoja	Glomerulada	G	G	G
		Amarantiforme	A		
		Intermedia	I		
	Longitud de panoja		en cm.	34.1	32.0
	Diámetro de panoja		en cm.	7.45	5.74
	Densidad de la panoja	Laxa	L	I	C
		Intermedia	I		
		Compacta	C		

6	Fruto y semilla				
	Color del perigonio	Verde	1	5	5
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Amarillo	4		
		Crema	5		
		Anaranjado	6		
		Rosado	7		
		Otros (especifique)	8		
	Facilidad de desprendimiento del perigonio	Adherido	A	N	N
		No adherido	N		
	Color del pericarpio	Transparente	1	12	Crema
		Blanco	2		
		Blanco sucio	3		
		Blanco opaco	4		
		Amarillo	5		
		Amarillo intenso	6		
		Anaranjado	7		
		Rosado	8		
		Rojo bermellón	9		
		Púrpura	10		
		Café	11		
		Gris	12		
		Negro	13		
		Otros (especifique)	14		
	Color del episperma	Transparente	1	Vino	2
		Blanco	2		
		Café	3		
		Café oscuro	4		
		Negro brillante	5		
		Negro opaco	6		
		Otros (especifique)	7		
	Aspectos del episperma	Opaco	O	O	O
		Translucido hialino (chullpi)	T		
	Forma del borde del fruto	Afilado	A		
		Redondeado (ajaras)	R		
	Forma del fruto	Cónico	1		
		Cilíndrico	2		
		Elipsoidal	3		
7	Caracteres de la plántula				
	Pigmentación en los cotiledones	No pigmentados	NP	P	P
		Pigmentados	P		
	Intensidad de color	Claro	1	1	1
		Medio	2		
		Oscuro	3		
		No pigmentado	4		
8	Evaluación preliminar				
	Días hasta el inicio de panoja	Nº de días desde la emergencia hasta 50% de plantas	Días	72	69

	Días hasta la maduración total	N° de días desde la emergencia hasta 50% de plantas maduras	Días	145	143
	Rendimiento de semilla por panoja	Medida en gramos en al menos 10 plantas	Gramos		
	Peso de 1000 semillas		Gramos	3.37	2.65
	Uniformidad del grano	Poca uniformidad	1		
		Algunos granos diferentes	2		
		Bastante uniformidad	3		
9	Evaluación agronómica				
	Días hasta la emergencia	N° de días desde la siembra hasta el 50% de emergencia de plántulas	Días	8	8
	Altura de planta	Al final de la floración de al menos 10 plantas	cm.	109	107
10	Evaluación química				
	Contenido de saponinas	Nada	1	1	3
		Poca	2		
		Intermedia	3		
		Bastante	4		
	Sabor de las semillas	Dulce	1	1	2
		Intermedio	2		
		Amargo	3		
	Contenido de proteínas de la semilla	En porcentaje de la semilla seca	%	13.3	14.0
11	Susceptibilidad al estrés				
	Baja temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Alta temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Sequía	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Susceptibilidad a plagas y enfermedades				
	Plagas				
	Enfermedades				
	<i>Peronospora variabilis</i> , "mildiu"	No síntomas	1	2	2
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		

**Anexo 23: Caracterización de las variedades Illpa-INIA y Blanca de Juli**

N°	Estado		Código	Illpa-INIA	Blanca de Juli
	Caracterización	Carácter			
1	Planta				
	Tipo de planta (o crecimiento)	Arbustivo	1	2	2
		Herbáceo	2		
	Hábito de la planta	Erecto	1	1	1
		Semirrecto	2		
		Decumbente	3		
		Postrado	4		
2	Tallo				
	Formación del tallo	Tallo principal prominente	P	P	P
		Tallo principal no prominente	NP		
	Angulosidad del tallo principal (observada en la parte central del tercio medio)	Cilíndrico	C	A	A
		Anguloso	A		
	Presencia de axilas pigmentadas	Ausentes	A	A	P
		Presentes	P		
	Color de axilas	Amarillo	1		3
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Rosado	4		
		Anaranjado	5		
	Presencia de estrías en el tallo	Presentes	P	P	P
		Ausentes	A		
	Color de las estrías	Amarillas	1	3	3
		Rojas	2		
		Verdes	3		
		Cremas	4		
		Púrpuras	5		
		Otros (especifique)	6		
	Color del tallo principal	Amarillo	1	2	2
		Verde	2		
		Gris	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	8		
3	Ramas				
	Presencia de ramificación	Ausente	A	A	A
		Presente	P		
4	Hojas				
	Forma de las hojas inferiores	Romboidal	1	I	I
		Triangular	2		
		Típica	3		
		Atípica	4		
	Longitud máxima del peciolo	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	3.5	2.96

	Longitud máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta	en cm.	6.41	5.88
	Anchura máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta	en cm.	5.38	4.21
	Forma de las hojas superiores	Lanceolada	1	1	1
		Otra	2		
	Borde de las hojas inferiores	Liso	1	2	2
		Dentado	2		
		Aserrado	3		
	Dientes en las hojas inferiores	Pocos dientes	1	2	2
		3-12 dientes	2		
		Más de 12 dientes	3		
	Color de las hojas inferiores	Verde	1	1	1
		Amarillo	2		
		Naranja	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	7		
5	Inflorescencia o panoja				
	Color de la panoja a la floración	Blanca	1	Verde	Verde
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Otros (especifique)	10		
		Color de la panoja a la madurez fisiológica	Blanca		
	Roja		2		
	Púrpura		3		
	Amarilla		4		
	Anaranjada		5		
	Marrón		6		
	Gris		7		
	Negra		8		
	Roja y verde		9		
	Misa (colores intercalados o con un patrón)		10		
	Otros (especifique)		11		
	Diferenciación de la panoja	Diferenciada y terminal	DT	DT	DT
		No diferenciada	ND		
	Forma de la panoja	Glomerulada	G	G	I
		Amarantiforme	A		
		Intermedia	I		
	Longitud de panoja		en cm.	32.1	30.5

	Diámetro de panoja		en cm.	5.77	5.69
	Densidad de la panoja	Laxa	L	C	C
		Intermedia	I		
		Compacta	C		
6	Fruto y semilla				
	Color del perigonio	Verde	1	5	5
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Amarillo	4		
		Crema	5		
		Anaranjado	6		
		Rosado	7		
		Otros (especifique)	8		
	Facilidad de desprendimiento del perigonio	Adherido	A	N	N
		No adherido	N		
	Color del pericarpio	Transparente	1	3	3
		Blanco	2		
		Blanco sucio	3		
		Blanco opaco	4		
		Amarillo	5		
		Amarillo intenso	6		
		Anaranjado	7		
		Rosado	8		
		Rojo bermellón	9		
		Púrpura	10		
		Café	11		
		Gris	12		
		Negro	13		
		Otros (especifique)	14		
	Color del episperma	Transparente	1	2	2
		Blanco	2		
		Café	3		
		Café oscuro	4		
		Negro brillante	5		
		Negro opaco	6		
		Otros (especifique)	7		
	Aspectos del episperma	Opaco	O	O	O
		Translucido hialino (chullpi)	T		
		Redondeado (ajaras)	R		
	Forma del fruto	Cónico	1		
		Cilíndrico	2		
		Elipsoidal	3		
7	Caracteres de la plántula				
	Pigmentación en los cotiledones	No pigmentados	NP	P	P
		Pigmentados	P		
	Intensidad de color	Claro	1	1	1
		Medio	2		
		Oscuro	3		
		No pigmentado	4		



8	Evaluación preliminar				
	Días hasta el inicio de panoja	N° de días desde la emergencia hasta 50% de plantas	Días	71	71
	Días hasta la maduración total	N° de días desde la emergencia hasta 50% de plantas maduras	Días	151	149
	Rendimiento de semilla por panoja	Medida en gramos en al menos 10 plantas	Gramos		
	Peso de 1000 semillas		Gramos	3.89	2.88
	Uniformidad del grano	Poca uniformidad	1		
		Algunos granos diferentes	2		
		Bastante uniformidad	3		
9	Evaluación agronómica				
	Días hasta la emergencia	N° de días desde la siembra hasta el 50% de emergencia de plántulas	Días	8	8
	Altura de planta	Al final de la floración de al menos 10 plantas	cm.	116	106
10	Evaluación química				
	Contenido de saponinas	Nada	1	3	3
		Poca	2		
		Intermedia	3		
		Bastante	4		
	Sabor de las semillas	Dulce	1	2	2
		Intermedio	2		
		Amargo	3		
	Contenido de proteínas de la semilla	En porcentaje de la semilla seca	%	14.6	14.5
11	Susceptibilidad al estrés				
	Baja temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Alta temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Sequía	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Susceptibilidad a plagas y enfermedades				
	Plagas				
	Enfermedades				
	<i>Peronospora variabilis</i> , "mildíu"	No síntomas	1	3	4
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		

**Anexo 24: Caracterización de las variedades Salcedo-INIA y Negra Collana**

N°	Estado		Código	Salcedo - INIA	Negra Collana
	Caracterización	Carácter			
1	Planta				
	Tipo de planta (o crecimiento)	Arbustivo	1	2	2
		Herbáceo	2		
	Hábito de la planta	Erecto	1	1	1
		Semirrecto	2		
		Decumbente	3		
		Postrado	4		
2	Tallos				
	Formación del tallo	Tallo principal prominente	P	P	P
		Tallo principal no prominente	NP		
	Angulosidad del tallo principal (observada en la parte central del tercio medio)	Cilíndrico	C	A	A
		Anguloso	A		
	Presencia de axilas pigmentadas	Ausentes	A	A	A
		Presentes	P		
	Color de axilas	Amarillo	1		
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Rosado	4		
		Anaranjado	5		
	Presencia de estrías en el tallo	Presentes	P	P	P
		Ausentes	A		
	Color de las estrías	Amarillas	1	3	3
		Rojas	2		
		Verdes	3		
		Cremas	4		
		Púrpuras	5		
		Otros colores (especifique)	6		
	Color del tallo principal	Amarillo	1	2	2
		Verde	2		
		Gris	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros colores (especifique)	8		
3	Ramas				
	Presencia de ramificación	Ausente	A	A	A
		Presente	P		
4	Hojas				
	Forma de las hojas inferiores	Romboidal	1	1	1
		Triangular	2		
		Típica	3		
	Longitud máxima del peciolo	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	3.19	2.84

	Longitud máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta	en cm.	6.23	5.08
	Anchura máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio de la planta	en cm.	4.57	4.07
	Forma de las hojas superiores	Lanceolada	1	1	1
		Otra	2		
	Borde de las hojas inferiores	Liso	1	2	2
		Dentado	2		
		Aserrado	3		
	Dientes en las hojas inferiores	Pocos dientes	1	2	2
		3-12 dientes	2		
		Más de 12 dientes	3		
	Color de las hojas inferiores	Verde	1	1	1
		Amarillo	2		
		Naranja	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	7		
5	Inflorescencia o panoja				
	Color de la panoja a la floración	Blanca	1	Verde	Verde
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Otros (especifique)	10		
	Color de la panoja a la madurez fisiológica	Blanca	1	Crema	Crema
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Otros (especifique)	10		
	Diferenciación de la panoja	Diferenciada y terminal	DT	DT	DT
		No diferenciada	ND		
	Forma de la panoja	Glomerulada	G	G	G
		Amarantiforme	A		
		Intermedia	I		
	Longitud de panoja		en cm.	31.8	31.67
	Diámetro de panoja		en cm.	5.8	4.97
	Densidad de la panoja	Laxa	L	C	C
		Intermedia	I		
		Compacta	C		

6	Fruto y semilla				
	Color del perigonio	Verde	1	5	5
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Amarillo	4		
		Crema	5		
		Anaranjado	6		
		Rosado	7		
		Otros (especifique)	8		
	Facilidad de desprendimiento del perigonio	Adherido	A	N	N
		No adherido	N		
	Color del pericarpio	Transparente	1	3	12
		Blanco	2		
		Blanco sucio	3		
		Blanco opaco	4		
		Amarillo	5		
		Amarillo intenso	6		
		Anaranjado	7		
		Rosado	8		
		Rojo bermellón	9		
		Púrpura	10		
		Café	11		
		Gris	12		
		Negro	13		
		Otros (especifique)	14		
	Color del episperma	Transparente	1	2	5
		Blanco	2		
		Café	3		
		Café oscuro	4		
		Negro brillante	5		
		Negro opaco	6		
		Otros (especifique)	7		
	Aspectos del episperma	Opaco	O	O	O
		Translucido hialino (chullpi)	T		
	Forma del borde del fruto	Afilado	A		
		Redondeado (ajaras)	R		
	Forma del fruto	Cónico	1		
		Cilíndrico	2		
		Elipsoidal	3		
7	Caracteres de la plántula				
	Pigmentación en los cotiledones	No pigmentados	NP	P	P
		Pigmentados	P		
	Intensidad de color	Claro	1	1	1
		Medio	2		
		Oscuro	3		
		No pigmentado	4		
8	Evaluación preliminar				
	Días hasta el inicio de panoja	Nº de días desde la emergencia hasta 50% de plantas	Días	71	71

	Días hasta la maduración total	Nº de días desde la emergencia hasta 50% de plantas maduras	Días	149	152
	Rendimiento de semilla por panoja	Medida en gramos en al menos 10 plantas	Gramos		
	Peso de 1000 semillas		Gramos	3.62	2.37
	Uniformidad del grano	Poca uniformidad	1		
		Algunos granos diferentes	2		
		Bastante uniformidad	3		
9	Evaluación agronómica				
	Días hasta la emergencia	Nº de días desde la siembra hasta el 50% de emergencia de plántulas	Días	8	8
	Altura de planta	Al final de la floración de al menos 10 plantas	cm.	114	100
10	Evaluación química				
	Contenido de saponinas	Nada	1	2	1
		Poca	2		
		Intermedia	3		
		Bastante	4		
	Sabor de las semillas	Dulce	1	2	1
		Intermedio	2		
		Amargo	3		
	Contenido de proteínas de la semilla	En porcentaje de la semilla seca	%	14.1	
11	Susceptibilidad al estrés				
	Baja temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Alta temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Sequía	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Susceptibilidad a plagas y enfermedades				
	Plagas				
	Enfermedades				
	<i>Peronospora variabilis</i> , "mildiu"	No síntomas	1	4	3
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		

**Anexo 25: Caracterización de las variedades INIA-Altiplano y Amarilla de Marangani**

N°	Estado		Código	Altiplano - INIA	Amarilla de Marangani
	Caracterización	Carácter			
1	Planta				
	Tipo de planta (o crecimiento)	Arbustivo	1	2	2
		Herbáceo	2		
	Hábito de la planta	Erecto	1	1	1
		Semirrecto	2		
Decumbente		3			
Postrado		4			
2	Tallo				
	Formación del tallo	Tallo principal prominente	P	P	P
Tallo principal no prominente		NP			
	Angulosidad del tallo principal (observada en la parte central del tercio medio)	Cilíndrico	C	A	A
		Anguloso	A		
	Presencia de axilas pigmentadas	Ausentes	A	A	P
		Presentes	P		
	Color de axilas	Amarillo	1		5
		Rojo	2		
		Púrpura	3		
		Rosado	4		
		Anaranjado	5		
	Presencia de estrías en el tallo	Presentes	P	P	P
		Ausentes	A		
	Color de las estrías	Amarillas	1	3	3
		Rojas	2		
		Verdes	3		
		Cremas	4		
		Púrpuras	5		
		Otros (especifique)	6		
	Color del tallo principal	Amarillo	1	2	2
		Verde	2		
		Gris	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	8		
3	Ramas				
	Presencia de ramificación	Ausente	A	A	A
Presente		P			
4	Hojas				
	Forma de las hojas inferiores	Romboidal	1	1	1
Triangular		2			
Típica		3			
Atípica		4			
	Longitud máxima del peciolo	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	3.22	3.9

	Longitud máxima de las hojas	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	6.83	7.65
	Anchura máxima de las holas	Midiendo en las hojas del segundo tercio	en cm.	5.1	5.95
	Forma de las hojas superiores	Lanceolada	1	1	1
		Otra	2		
	Borde de las hojas inferiores	Liso	1	2	2
		Dentado	2		
		Aserrado	3		
	Dientes en las hojas inferiores	Pocos dientes	1	2	2
		3-12 dientes	2		
		Más de 12 dientes	3		
	Color de las hojas inferiores	Verde	1	1	1
		Amarillo	2		
		Naranja	3		
		Rojo	4		
		Púrpura	5		
		Rosado	6		
		Otros (especifique)	7		
5	Inflorescencia o panoja				
	Color de la panoja a la floración	Blanca	1	Verde	Lila
		Roja	2		
		Púrpura	3		
		Amarilla	4		
		Anaranjada	5		
		Marrón	6		
		Gris	7		
		Negra	8		
		Roja y verde	9		
		Otros (especifique)	10		
		Color de la panoja a la madurez fisiológica	Blanca		
	Roja		2		
	Púrpura		3		
	Amarilla		4		
	Anaranjada		5		
	Marrón		6		
	Gris		7		
	Negra		8		
	Roja y verde		9		
	Otros (especifique)		10		
	Diferenciación de la panoja		Diferenciada y terminal	DT	DT
		No diferenciada	ND		
	Forma de la panoja	Glomerulada	G	A	A
		Amarantiforme	A		
		Intermedia	I		
	Longitud de panoja		en cm.	32.0	38.93
	Diámetro de panoja		en cm.	6.18	6.8
	Densidad de la panoja	Laxa	L	I	I
		Intermedia	I		
		Compacta	C		

6	Fruto y semilla				
	Color del perigonio	Verde	1	5	6
		Rojos	2		
		Púrpura	3		
		Amarillo	4		
		Crema	5		
		Anaranjado	6		
		Rosado	7		
		Otros (especifique)	8		
	Facilidad de desprendimiento del perigonio	Adherido	A	N	N
		No adherido	N		
	Color del pericarpio	Transparente	1	3	7
		Blanco	2		
		Blanco sucio	3		
		Blanco opaco	4		
		Amarillo	5		
		Amarillo intenso	6		
		Anaranjado	7		
		Rosado	8		
		Rojo bermellón	9		
		Púrpura	10		
		Café	11		
		Gris	12		
		Negro	13		
		Otros (especifique)	14		
	Color del episperma	Transparente	1	2	Amarillo
		Blanco	2		
		Café	3		
		Café oscuro	4		
		Negro brillante	5		
		Negro opaco	6		
		Otros (especifique)	7		
	Aspectos del episperma	Opaco	O	O	O
		Translucido hialino (chullpi)	T		
	Forma del borde del fruto	Afilado	A		
		Redondeado (ajaras)	R		
	Forma del fruto	Cónico	1		
		Cilíndrico	2		
		Elipsoidal	3		
7	Caracteres de la plántula				
	Pigmentación en los cotiledones	No pigmentados	NP	P	P
		Pigmentados	P		
	Intensidad de color	Claro	1	1	1
		Medio	2		
		Oscuro	3		
		No pigmentado	4		
8	Evaluación preliminar				
	Días hasta el inicio de panoja	Nº de días desde la emergencia hasta 50% de plantas	Días	72	77



	Días hasta la maduración total	Nº de días desde la emergencia hasta 50% de plantas maduras	Días	154	202
	Rendimiento de semilla por panoja	Medida en gramos en al menos 10 plantas	Gramos		
	Peso de 1000 semillas		Gramos	3.42	3.78
	Uniformidad del grano	Poca uniformidad	1		
		Algunos granos diferentes	2		
		Bastante uniformidad	3		
9	Evaluación agronómica				
	Días hasta la emergencia	Nº de días desde la siembra hasta el 50% de emergencia de plántulas	Días	8	8
	Altura de planta	Al final de la floración de al menos 10 plantas	cm.	133	151
10	Evaluación química				
	Contenido de saponinas	Nada	1	3	4
		Poca	2		
		Intermedia	3		
		Bastante	4		
	Sabor de las semillas	Dulce	1	2	3
		Intermedio	2		
		Amargo	3		
	Contenido de proteínas de la semilla	En porcentaje de la semilla seca	%	15.1	13.6
11	Susceptibilidad al estrés				
	Baja temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Alta temperatura	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Sequía	No síntomas	1	1	1
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		
	Susceptibilidad a plagas y enfermedades				
	Plagas				
	Enfermedades				
	<i>Peronospora variabilis</i> "mildiú"	No síntomas	1	4	3
		Ligera	2		
		Intermedia	3		
		Severa	4		
		Letal	5		