

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa Willdenow*), EN EL SECTOR DE PUMARANRA,
ANEXO KERAPATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO.**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO, PRESENTADO POR EL
BACHILLER EN CIENCIAS AGRARIAS:
Nilo CERVANTES CHIPA.**

ASESOR : Dr. Francisco MEDINA RAYA

ABANCAY – APURIMAC

2016

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. HIPÓTESIS	3

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE QUINUA	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Taxonómica	4
2.1.3. Descripción botánica.....	5
2.1.4. Etapas fenológicas del cultivo	7

2.1.5.	Requerimiento del Cultivo	9
2.1.6.	Manejo de cultivo de quinua	13
2.1.7.	Siembra del cultivo de quinua.....	14
2.1.7.1.	Densidad de siembra	14
2.1.7.2.	Sistema de siembra.....	15
2.1.8.	Fertilización del cultivo de quinua	16
2.1.9.	Labores culturales en el cultivo de quinua	17
2.1.9.1.	Deshierbo y aporque.....	17
2.1.9.2.	Raleo	19
2.1.10.	Rendimiento en el cultivo de quinua.....	20
2.1.11.	Principales enfermedades en el cultivo de quinua	20
2.1.12.	Insectos de plaga en el cultivo de quinua.....	24
2.1.13.	Control de plagas.....	26
2.2.	VARIETADES COMERCIALES DE QUINUA.....	27
2.2.1.	Blanca de Junín	27
2.2.2.	INIA 415 – Pasankalla	28
2.2.3.	INIA 420 – Negra Collana	29
2.3.	UNIDADES DE CALOR O UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS	31
2.3.1.	Unidades de calor en el cultivo de quinua.....	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA E HIDROGRAFÍA	38
3.1.1. Ubicación geográfica e hidrográfica	38
3.1.2. Características edáficas	38
3.1.3. Características del clima	39
3.2. MATERIALES	40
3.2.1. Materiales Biológicos	40
3.2.2. Materiales de campo.....	40
3.2.3. Materiales de gabinete	40
3.3. METODOLOGÍA	41
3.3.1. Características del campo experimental.....	42
3.3.2. Labores culturales	43
3.3.3. Diseños experimentales	44
3.3.4. Validación de la hipótesis de estudio	46
3.3.5. Variables	46

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE LA QUINA	47
----------------------------------------------------------------	----

4.1.1.	Altura de la planta en el cultivo de quinua.....	47
4.1.2.	Peso de tallo en el cultivo de quinua.....	50
4.2.	EVALUACIÓN DEL CICLO FENOLÓGICO DEL CULTIVO.....	54
4.2.1.	Germinación.....	54
4.2.2.	Inicio del desarrollo vegetativo.....	56
4.2.3.	Inicio del botón floral.....	58
4.2.4.	Inicio de la inflorescencia.....	60
4.2.5.	Inicio de la floración.....	62
4.2.6.	Tiempo de cosecha.....	64
4.2.7.	Rendimientos obtenidos por parcela experimental.....	66
4.3.	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA.....	70

CAPÍTULO V

5.1.	CONCLUSIONES.....	71
5.2.	RECOMENDACIONES.....	72
	BIBLIOGRAFÍA.....	73
	ANEXOS.....	77

LISTA DE TABLA

Tabla 1: Etapas fenológicas del cultivo.....	7
Tabla 2: Formula de aplicación de nutrientes.....	17
Tabla 3: Análisis de Varianza para la variable Altura de planta.....	47
Tabla 4: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable altura de la planta	49
Tabla 5: Análisis de Varianza para la variable peso del tallo	51
Tabla 6: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable peso del tallo.....	53
Tabla 7: Resultado del Análisis de varianza en la variable germinación.....	55
Tabla 8: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable germinación del cultivo de quinua	55
Tabla 9: Resultado del Análisis de varianza en la variable desarrollo vegetativo.....	57
Tabla 10: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable desarrollo vegetativo	57
Tabla 11: Resultado del Análisis de varianza en la variable inicio del botón floral.....	59
Tabla 12: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable inicio del botón floral	60
Tabla 13: Resultado del Análisis de varianza en la variable inicio de la inflorescencia.....	61
Tabla 14: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable inicio de la inflorescencia. .	61
Tabla 15: Resultado del Análisis de varianza en la variable inicio de la floración.....	63
Tabla 16: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable inicio de la floración.....	63
Tabla 17: Resultado del Análisis de varianza en la variable tiempo de cosecha.....	65
Tabla 18: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable tiempo de cosecha.	65
Tabla 19: Resultado del Análisis de varianza en la variable rendimientos en granos.	67
Tabla 20: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable rendimiento en grano del cultivo de quinua	68
Tabla 21: Análisis de rentabilidad del rendimiento en grano del cultivo de quinua.	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quinoa atacada por <i>Ascochyta hyalospora</i>	21
Figura 2: Quinoa atacada por mildiu.	22
Figura 3: Quinoa atacada por <i>Phoma</i>	22
Figura 4: Quinoa atacada por <i>Sclerotinia</i>	23
Figura 5: Quinoa atacada por chupadera.....	24
Figura 6: Quinoa atacada por <i>Eurisacca melanocampta</i>	25
Figura 7: Adulto de <i>Adioristus</i> sp.	25
Figura 8: Adulto de <i>Astillus</i> sp.....	26
Figura 9: Quinoa de la variedad Blanca de Junín	27
Figura 10: Desarrollo fenológico de quinoa de la variedad Blanca de Junin.....	28
Figura 11: Quinoa de la variedad Pasankalla	29
Figura 12: Desarrollo fenológico de quinoa de la variedad Pasankalla.....	29
Figura 13: Quinoa de la variedad Negra Collana	30
Figura 14: Desarrollo fenológico de quinoa de la variedad Negra Collana.....	30
Figura 15: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable altura de la planta.	50
Figura 16: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable peso tallo.....	53
Figura 17: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable germinación.....	56

Figura 18: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio del desarrollo vegetativo.	58
Figura 19: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio del botón floral.	60
Figura 20: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio de la inflorescencia.	62
Figura 21: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio de la floración.....	64
Figura 22: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable tiempo de cosecha.	66
Figura 23: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable rendimiento en granos.	69

DEDICATORIA

A Dios, mis padres:

JESÚS CERVANTES HERMOZA

VICTORIA CHIPA DE CERVANTES

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente en la ejecución de mi tesis a mi asesor: Dr. Francisco Medina Raya, por su conocimiento, orientación, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

Agradecer a los docentes escuela profesional de agronomía por sus conocimientos compartidos para la ejecución de la tesis.

Dr. Ely J, Acosta Valer

Msc. Juan Alarcón Camacho

Ing. Jaher Alejandro Menacho Morales

Ing. Rosa E. Marrufo Montoya

INTRODUCCIÓN

Abancay tiene un gran potencial agrícola, debido a sus condiciones agroecológicas, biodiversidad y al conocimiento ancestral del agricultor en cuanto al uso de la flora y la fauna, ello le permite obtener ventajas comparativas para la producción del cultivo de la quinua.

Las empresas han venido explotando a lo largo de los últimos años las potencialidades de los cultivos andinos, especialmente la quinua. La quinua, es un grano andino de la familia chenopodiaceas, es una especie cultivada y domesticada en el Perú desde tiempos prehispánicos.

Análisis recientes sobre la composición química de la quinua al completar su ciclo vegetativo indican que el porcentaje de proteína de la planta completa es el de 18%, del tallo el 4%, de las hojas el 16% y del grano al 9.6%.

Respecto a volúmenes de producción, las zonas de mayor producción se encuentra en la región Puno, donde su cultivo se inicia en los meses de agosto y setiembre hasta la quincena de noviembre. En este mismo periodo se efectúa la primera fertilización y en los meses de diciembre a febrero se efectúan los deshierbos para finalmente cosechar en el mes de abril a junio.

Con base a lo anterior, el objetivo de este proyecto de investigación es evaluar el rendimiento de tres variedades de quinua a condiciones del sector de Pumaranra, anexo de Kerapata del distrito de Tamburco, a fin de contribuir al conocimiento y uso potencial de la quinua en la provincia de Abancay convirtiéndolo en una zona productora e insertándola en un futuro a la cadena agro productiva del cultivo de quinua.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el sector de Pumaranra, anexo de Kerapata del distrito de Tamburco ubicado a una altitud de 3087 msnm, teniendo como coordenadas UTM Este: 732479.89 m y Norte 8496818.36 m., además la zona de estudio hidrográficamente se ubica en la Inter Cuenca Alto Apurímac. La investigación tuvo como objetivo general evaluar el rendimiento del cultivo de quinua de las variedades Blanca de Junin, INIA 420 – Negra Collana e INIA 415 – Pasankalla bajo dos tipos de fertilización; para lo cual se empleó un diseño experimental por bloques con arreglo factorial del tipo 3 x 3 con 3 repeticiones. Los resultados reportaron que la variedad con mayor altura, peso de la biomasa aérea y rendimiento fue la Blanca de Junín alcanzando una longitud promedio de 1.46 metros, un peso de materia seca de 6512 kg/Ha y rendimientos en grano de 2061 kg/Ha. Mientras que la variedad que le secundo en rendimientos fue la INIA 420 – Negra Collana con un rendimiento en grano de 1836 kg/Ha, no obstante los rendimientos para la variedad INIA 415 – Pasankalla no fueron satisfactorios, puesto que alcanzó un rendimiento de 586.88 kg/Ha.

En cuando al ciclo fenológico se concluyó para las condiciones de Pumaranra del distrito de Tamburco, la variedad más precoz fue la Negra Collana con 116 días mientras que la variedad Blanca de Junín, a pesar de los buenos rendimientos obtenidos, alcanzó su etapa de cosecha en 143 días.

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La investigación realizada acerca del cultivo de quinua han determinado que pueden ser producidas en zonas no tradicionales (valles interandinos) lo que ha permitido conocer el potencial productivo de este cultivo. Amerita saber que el manejo agronómico es un aspecto de suma importancia que se debe considerar para el aprovechamiento de todo el potencial de las variedades de quinua.

La provincia de Abancay carece de conocimientos sobre el manejo del cultivo de quinua, son varios los aspectos que hablan sobre la quinua y las grandes variedades que existe, es por ello que podemos decir que debido a la falta de estrategias políticas y sociales se propague los múltiples usos de la quinua, cuya eficacia sigue siendo débil porque no ha logrado penetrar en la realidad sociocultural de los productores abanquinos a través de los servicios y estaciones de experimentación, cuyos resultados hasta la fecha no tengan aplicación concreta en los campos de cultivo, como consecuencia la quinua desde la perspectiva del productor abanquino, es un cultivo menos importante y se aleja de sus planes de producción. Por lo que se plantea como problema de investigación que existe poca información sobre evaluación de rendimiento del cultivo de quinua para una determinada zona productora en la provincia de Abancay, desaprovechando el incremento de las áreas de siembra así como también la oportunidad de insertarnos en la cadena agro productiva de la quinua. Debido a ello surge la interrogante de investigación:

¿Cuál es el efecto del rendimiento de las tres variedades de quinua a condiciones del sector Pumararra, anexo de Kerapata del distrito de Tamburco?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*), en el sector de Pumararra, anexo de Kerapata del distrito de Tamburco.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de las variedades de quinua: Blanca de Junín, INIA 420 – Negra Collana e INIA 415 – Pasankalla en el sector de Pumararra, anexo de Kerapata del distrito de Tamburco.
- Valorar la rentabilidad de cada variedad de quinua en estudio.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El creciente interés generado a raíz de la declaración del 2013 como el Año Internacional de la Quinua, el “auge” gastronómico de la cocina peruana y el impulso de la industrialización de la quinua a nivel nacional generó el interés por conocer, investigar, producir y consumir este grano andino por sus reconocidas propiedades nutricionales y alimenticias por lo que la producción, debido a la creciente demanda nacional e internacional, de la quinua se viene intensificando, por lo que para muchos agricultores la quinua es un recurso para salir de la extrema pobreza y mejorar su calidad de vida.

De tal manera, para poder dar soluciones al problema planteado, este trabajo de investigación será muy importante porque permitirá realizar la diferenciación con la descripción morfológica de cada variedad, hábito de crecimiento, ciclo vegetativo, altura de planta y rendimiento, lo cual servirá para brindar información técnica y científica a estudiantes y productores de las diferentes zonas de Abancay, incentivando la producción de quinua en el contexto local contribuyendo al progreso y desarrollo económico de los principales actores involucrados.

1.4. HIPÓTESIS

Se plantea como hipótesis que, de las tres variedades de quinua, a condiciones edafoclimáticas del sector de pumaranra, anexo de kerapata del distrito de Tamburco, por lo menos unas variedades mostrara rendimientos superiores y rentabilidad aceptada.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE QUINUA

2.1.1. Origen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944). Esto fue corroborado por Gandarillas (1979), quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de ecotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.

2.1.2. Taxonómica

Al respecto **Mujica (1993)**, señala la siguiente clasificación para la quinua:

1. Reino : Vegetal
2. División : Fanerógamas
3. Clase : Dicotiledóneas
4. Orden : Angiospermas
5. Familia : Chenopodiáceas
6. Género : *Chenopodium*
7. Sección : *Chenopodia*
8. Subsección : *Cellulata*
9. Especie : *Chenopodium quínoa*, Will

2.1.3. Descripción botánica

De acuerdo a **Gandarillas (1968)**, **Tapia (1990)** y **Mujica (1992)**, la quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 0,2 a 3,0 m. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos. El tallo principal puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas.

Es más frecuente el hábito ramificado en las razas cultivadas en los valles interandinos del sur del Perú y Bolivia, en cambio el hábito simple se observa en pocas razas cultivadas en el altiplano y en una buena parte de las razas del centro y norte del Perú y Ecuador.

Las hojas de acuerdo a **Tapia (1990)**, **Dizes y Bonifacio (1992)** y **Rojas (2003)** son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. Contienen además gránulos en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla. Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la

atmósfera que rodea a la hoja y, consecuentemente, disminuye la transpiración.

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan los ejes secundarios y en algunos casos terciarios. Fue **Cárdenas (1944)** quien agrupó por primera vez a la quinua por su forma de panoja, amarantiforme, glomerulada e intermedia, y designó el nombre amarantiforme por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus*. **Gandarillas (1968)** señala que la forma de panoja está determinada genéticamente por un par de genes, siendo totalmente dominante la forma glomerulada sobre la amarantiforme, razón por la cual parece dudoso clasificar panojas intermedias.

Según **Gandarillas (1968)** la panoja terminal puede ser definida (totalmente diferenciada del resto de la planta) o ramificada, cuando no existe una diferenciación clara a causa de que el eje principal tiene ramas relativamente largas que le dan a la panoja una forma cónica peculiar; asimismo, la panoja puede ser suelta o compacta, lo que está determinado por la longitud de los ejes secundarios y pedicelos, siendo compactos cuando ambos son cortos.

Heisser y Nelson (1974), Mujica (1992) y Lescano (1994) manifiestan que las flores son muy pequeñas y densas, lo cual hacen difícil la emasculación, se ubican en grupos formando glomérulos, son sésiles, de la misma coloración que los sépalos y pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. Los estambres, que son cinco, poseen

filamentos cortos que sostienen anteras basifijas y se encuentran rodeando el ovario, cuyo estilo se caracteriza por tener 2 ó 3 estigmas plumosos. Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días, y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días.

Rojas (2003) indica que el fruto es un aquenio indehiscente que contiene un grano que puede alcanzar hasta 2,66 mm de diámetro de acuerdo a la variedad, el perigonio cubre a la semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. El episperma que envuelve al grano está compuesto por cuatro capas: la externa determina el color de la semilla, es de superficie rugosa, quebradiza, se desprende fácilmente con agua, y contiene a la saponina.

(Tapia, 1990)

2.1.4. Etapas fenológicas del cultivo

Tabla 1

Etapas fenológicas del cultivo

	ETAPA FENOLÓGICA	CARACTERÍSTICA	TIEMPO
0	Pre - emergencia	Hay desplazamiento de la radícula y la plúmula.	3 días después de la siembra
1	Emergencia	La plántula sale del suelo, se observa las hojas cotiledonales.	7 – 10 días después de la siembra.
2	Dos hojas verdaderas	Se observa 2 hojas verdaderas encima de las cotiledonales.	15 – 20 días después de la siembra.

3	Cuatro a seis hojas verdaderas.	Se observa 2 a 3 pares de hojas verdaderas, las cotiledonales se vuelven amarillentas.	25 – 45 días después de la siembra.
4	Ramificación.	Se observa 8 hojas, las cotiledonales caen.	45 – 50 días después de la siembra.
5	Inicio de panoja.	En el ápice la inflorescencia va saliendo el tallo comienza a estirarse y engrosar.	55 – 60 días después de la siembra.
6	Panojamiento	Se observa la inflorescencia por completo.	65 – 70 días después de la siembra
7	Inicio de floración	Se observa la flor hermafrodita abierta con estambres separados.	75 – 80 días después de la siembra.
8	Floración	Se observa hasta un 5% de flores abiertas en el medio día	90 – 100 días después de la siembra.
9	Grano lechoso	Se observa un líquido blanquecino del fruto al ser presionado.	100 – 130 días después de la siembra.
10	Grano pastoso	Al ser presionado el fruto, la consistencia es pastosa.	130 – 160 días después de la siembra.
11	Madurez fisiológica	Hay una resistencia al ser presionado por la uña, cambio de color de la planta.	160 – 180 días después de la siembra

Fuente: Calla (2012)

2.1.5. Requerimiento del Cultivo

Suelo

En lo referente al suelo la quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. También puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados. (**SESAN 2013**).

pH

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4.5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú.

Estudios efectuados al respecto indican que pH de suelo alrededor de la neutralidad son ideales para la quinua; sin embargo es conveniente recalcar que existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de esta planta.

Últimas investigaciones han demostrado que la quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 ms/cm, y que cuando se encuentra en estas condiciones extremas de concentración salina el periodo de germinación se puede retrasar hasta en 25 días. (**SESAN 2013**).

Clima

En cuanto al clima, la quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes, por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas. (**SESAN 2013**).

Agua

Calla (2012) señala que la quinua es muy eficiente en el uso del agua, porque prospera en suelos de costa que son secos y también en suelos de selva que son húmedos, pero la disponibilidad de humedad del suelo es un factor determinante especialmente en las primeras etapas del cultivo desde emergencia hasta las primeras cuatro hojas. El requerimiento mínimo de precipitación para la germinación es de 30 a 45 mm por dos a cinco días, soportando después veranillos hasta por dos meses por la presencia de papilas higroscópicas en las hojas y su sistema radicular muy desarrollado para resistir esas condiciones de sequía. La

cantidad requerida óptima de agua es de 300 – 500 mm. de precipitación por campaña agrícola, bajo estas condiciones se puede observar el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta.

Temperatura

La presencia de bajas temperaturas afectaran especialmente en las etapas de germinación pues se requiere un mínimo de menos 4 C, también en la etapa de floración causando baja producción de polen en consecuencia esterilidad de la planta; pero en la etapa de ramificación la planta no tendrá mayores problemas a descensos de temperaturas hasta de menos 4 C. Por otra parte la presencia de altas temperaturas (veranillos) pueden afectar los procesos fisiológicos de la planta, generando que la planta acelere el proceso de producción de grano para asegurar su sobre vivencia, es decir a temprana edad fenológica se puede observar el panojamiento y la floración para su posterior llenado precoz; otro desorden también es el aborto de flores. La temperatura optima media varia en un rango de 5 – 15 C y una oscilación térmica de 5 – 7 C. **(Calla, 2012).**

Heladas

Ocurre cuando hay descensos extremos de temperaturas por debajo de menos 4C, bajo estas condiciones se producen alteraciones fisiológicas en las células de las plantas, rupturas del plasma por la presencia de cristales de hielo en los espacios intercelulares. Normalmente ocurren heladas en los meses de junio, julio, agosto cuando el cielo está

despejado, no hay nubes; pero puede ocurrir durante la campaña agrícola en determinados momentos. **(Calla, 2012)**.

Fotoperiodo

De acuerdo a **Frere y et al. (1975)**, la quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad, este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sur América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz prospera en forma adecuada, como lo que ocurre en las áreas nórdicas de Europa. En la latitud sur a 15°, alrededor del cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas de luz diaria es de 12.19, con un acumulado de 146.3 horas al año.

Radiación

Frere y et al. (1975) citados por **SESAN (2013)**, manifiesta, la radiación es importante, por que regula la distribución de los cultivos sobre la superficie terrestre y además influye en las posibilidades agrícolas de cada región. La quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo. En la zona de mayor producción de quinua del Perú (Puno), el promedio anual de la radiación global (RG) que recibe la superficie del suelo, asciende a 462 cal/cm²/día, y en la costa (Arequipa), alcanza a 510

cal/cm²/día; mientras que en el altiplano central de Bolivia (Oruro), la radiación alcanza a 489 cal/cm²/día y en La Paz es de 433 cal/cm²/día, sin embargo el promedio de radiación neta (RN) recibida por la superficie del suelo o de la vegetación, llamada también radiación resultante alcanza en Puno, Perú a 176 y en Arequipa, Perú a 175, mientras que en Oruro, Bolivia a 154 y en La Paz, Bolivia a 164, solamente, debido a la nubosidad y la radiación reflejada por el suelo. **Vacher y et al. (1998)** citados por **SESAN (2013)**, determinaron que las condiciones radiactivas en el Altiplano de Perú y Bolivia, aparecen muy favorables para la agricultura. Mencionan que una RG elevada favorece una fotosíntesis intensa y una producción vegetal importante, y además una RN baja induce pocas necesidades en agua para los cultivos.

Altura

La quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4,000 metros sobre el nivel del mar. Quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su período vegetativo, comparados a la zona andina, observándose que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiendo obtenido hasta 6,000 Kg/ha, con riego y buena fertilización.

2.1.6. Manejo de cultivo de quinua

Preparación del suelo

Al respecto **Vilca y Carrasco (2013)** sostienen que si en la campaña anterior se sembró un tubérculo como la papa, el terreno sólo requiere una pasada con arado de disco. En caso de terrenos sin muchos terrones, con poca incidencia de malezas y plagas, sólo se debe pasar con rastra.

Luego hacer el nivelado y surcado. En caso de un terreno de rastrojo es recomendable remover el terreno con meses de anticipación, de preferencia entre Mayo y Julio. Esta remoción también ayuda a evitar las malezas ya que expone las semillas y larvas de plagas al sol.

En caso de que el terreno este compactado y con terrones, será necesario pasar un segundo arado de disco días antes de la rastra. La dirección del arado debe ser contraria a la dirección del surco de la última siembra.

Trazado de surcos

Vilca y Carrasco (2013) señalan que el distanciamiento entre surcos es de 80 a 90 centímetros porque permite aporcar y controlar las plagas.

La profundidad de surcos es de 12 a 15 cm, la yunta no es muy eficiente para preparar el suelo por la escasa profundidad de arado, pero es buena para surcar ya que no profundiza mucho.

En caso se repita el cultivo, los surcos deben ser contrarios al surcado anterior. Un surcado muy hondo o superficial generará problemas de encharcamiento o mal tapado, haciendo que la mala hierba le gane al cultivo.

De ser posible, la dirección del surco debe ser de este a oeste

2.1.7. Siembra del cultivo de quinua

2.1.7.1. Densidad de siembra

Calla (2012) indica, la densidad de siembra va depender de los aspectos como son tamaño de la semilla y sistemas de siembra. La densidad será mayor en siembras al voleo, y variedades de tamaño grande. La densidad será baja con semillas pequeñas en surcos.

Se tiene que tener muy en cuenta el manejo adecuado de densidades pues en altas densidades habrá muchas plantas por área ocurriendo mayor competencia entre ellas por nutrientes causando plantas débiles y raquíticas susceptibles al ataque de plagas y enfermedades como el mildiu, y densidades muy bajas facilitara el establecimiento rápido de las malezas.

Para obtener una densidad apropiada se recomienda usar entre 10 -12 Kg/ha.

2.1.7.2. Sistema de siembra

Al respecto, **Calla (2012)** nos dice que existen cuatro formas de siembra:

- a) Al voleo, esta forma es la más común en el altiplano, consiste de derramar la semilla por todo el campo, para luego pasar con algunas ramas de arbustos o el paso de una manada de ovejas cuyo objetivo es tapar la semilla, para proteger de la radiación solar y la alimentación de aves y que además pueda estar en condiciones óptimas para la germinación y la emergencia de la plántula.
- b) En hilera, Esta forma de siembra se realiza cuando no hay disponibilidad de maquinaria de siembra, se realiza la siembra después del paso de una rastra, esta se realiza voleando por el campo rastrado quedando muchas semillas dentro de las hileras que va dejando la rastra, luego se realiza el tapado con el paso de ovejas por el campo sembrado.

- c) En surco, esta es una de las mejores formas de siembra, se realiza surcos con distanciamientos de 0.4 a 0.6 m. esto facilitara realizar las labores agrícolas adecuadamente como el deshiero, el raleo, y principalmente el aporque, esto dará mayor soporte a las plantas evitando el encame.
- d) En melgas (Jaleo o Kapeo), Esta forma también es muy utilizada en la región altiplánica, se siembra al voleo luego se abren surcos con distanciamientos de 0,5 - 2 metros cuando la planta se encuentra en la etapa de 6 hojas verdaderas, esto se realizara cuando hay mucha densidad de plantas caso contrario no se realizara la apertura de surcos.

2.1.8. Fertilización del cultivo de quinua

Según **Tapia y Fries (2007)**, los campesinos no fertilizan la quinua, esta aprovecha los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente la papa.

Sin embargo, se recomienda aplicar al menos 5 t/ha de estiércol de corral, con mayor razón cuando se la siembra después de un cereal o se repite quinua.

Se ha encontrado además que existe una buena respuesta a la aplicación fraccionada del nitrógeno, la mitad a la siembra y la mitad al aporque (a los 50 días de emergencia).

Apaza y et al. (2006) recomienda las siguientes fuentes nitrogenadas para la producción orgánica de la quinua:

- Estiércol: utilizar 5 t/ha aplicada antes o durante la preparación de los suelos, incorporándola inmediatamente.
- Humus de lombriz: utilizar 2 t/ha después del primer deshierbo.
- Biol: utilizar 300 l/ha en la fase fenológica de 8 hojas verdaderas, 350 l/ha al inicio del panoja y 400l/ha durante la floración; el biol se debe aplicar en la proporción de 1 de biol por uno de agua, asperjando sobre las hojas en forma descendente del ápice de la planta a la base.

Por otro lado manifiestan que se deben aplicar la siguiente formula:

Tabla 2: Formula de aplicación de nutrientes

Nutriente	Cantidad Kg/Ha
Nitrógeno (N)	70 – 100
Fósforo (P)	60 – 80
Potasio (K)	30 – 50

Fuente: Vilca y Carrasco (2013)

2.1.9. Labores culturales en el cultivo de quinua

2.1.9.1. Deshierbo y aporque

SESAN (2013) señala que la quinua como cualquier otra planta es sensible a la competencia por malezas, sobre todo en los primeros estadios, por ello se recomienda efectuar deshierbas tempranas para evitar, competencia por agua, nutrientes, luz y espacio, así como presencia de plagas y enfermedades por actuar como agentes hospederos, lo cual repercutirá en el futuro potencial productivo y calidad de la semilla de quinua.

La incidencia de malezas dependerá del tipo de rotación efectuada, así como también de los controles realizados en el cultivo anterior. En costa se recomienda efectuar una eliminación previa de malezas por su carácter invasor, para ello se riega el terreno con unos 15 – 20 días antes de la siembra, para facilitar la germinación de las semillas de malezas, luego una vez emergidas se pasa una rastra cruzada para eliminar las malezas y exponer sus raíces a los rayos solares. Con lo que se consigue menor incidencia y fácil control cuando el cultivo está establecido.

El número de deshierbas depende de la incidencia y tipo de malezas presentes en el cultivo. En general se recomienda efectuar dos deshierbas durante el ciclo vegetativo de la quinua, uno cuando las plántulas tengan un tamaño de 15 cm o cuando hayan transcurrido 30 días después de la emergencia, y el segundo antes de la floración o cuando hayan transcurrido 90 días después de la siembra.

Esta operación puede efectuarse en forma manual o mecanizada, en casos de siembras extensivas definitivamente los controles mecanizados son los más recomendados por la menor cantidad de uso de mano de obra. Para ello se emplea cultivadoras de dos o tres rejas, lo cual también permitirá hacer un pequeño aporque que facilitará el sostenimiento de la planta y al mismo tiempo el tapado del fertilizante complementario colocado al pie de la planta.

En general no se recomienda utilizar control químico de las malezas, no solo por ser muy sensible a ellos, sino que también son productos

tóxicos y residuales que no solo dañan el suelo sino la ecología y medio ambiente.

Los aporques son necesarios para sostener la planta sobre todo en los valles interandinos donde la quinua crece en forma bastante exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse de pie y sostener las enormes panojas que se desarrollan, evitando de este modo el tumbado o vuelco de las plantas. Asimismo le permite resistir los fuertes embates de los vientos sobre todo en las zonas ventosas y de fuertes corrientes de aire. Generalmente se recomienda un buen aporque antes de la floración y junto a la fertilización complementaria, lo que le permitirá un mayor enraizamiento y por lo tanto mayor sostenibilidad.

2.1.9.2. Raleo

Sánchez (2013) manifiesta que el raleo o desahíje, sirve para conseguir una densidad uniforme y desarrollo óptimo de la quinua al eliminar plantas enfermas, débiles o fuera de tipo. Se realiza junto al deshierbo con plantas de quinua de 15 a 20 cm.

Se recomienda dejar plantas vigorosas de la variedad separadas de 5 a 10 cm entre ellas; debido a que todavía tendrán pérdidas de plantas durante las fases posteriores de desarrollo del cultivo.

Las altas densidades resultan con plantas pequeñas y débiles con mejor rendimiento por planta, por otra parte las bajas densidades da lugar a plantas ramificadas de prolongan su ciclo de vida y proveen el espacio para crecimiento de maleza. La finalidad es obtener una

densidad final de 25 a 27 plantas por m² (250 a 270 mil plantas por ha).

2.1.10. Rendimiento en el cultivo de quinua

Mujica (1983) indica que los rendimientos en general varían de acuerdo a las variedades, puesto que existen unas con mayor capacidad genética de producción que otras. Varían también de acuerdo a la fertilización o abonamiento proporcionado, debido a que la quinua responde favorablemente a una mayor fertilización sobre todo nitrogenada y fosfórica. También dependerá de las labores culturales y controles fitosanitarios oportunos proporcionados durante su ciclo. En general las variedades nativas son de rendimiento moderado, resistentes a los factores abióticos adversos, pero específicas para un determinado uso y de mayor calidad nutritiva o culinaria.

Tineo (2012) nos dice que generalmente se obtiene menos de 1000 kg/ha de grano en cultivos tradicionales y condiciones de secano. Con el empleo de niveles adecuados de abonamiento, desinfección de la semilla, siembra en surcos y control de malezas, hasta 3000 kg/ha, siendo el promedio comercial 1500 - 2500 kg/ha.

2.1.11. Principales enfermedades en el cultivo de quinua

Las principales enfermedades en el cultivo descritos por **Vilca y Carrasco (2013)** son:

Ascochyta hyalospora

- Los síntomas de esta enfermedad son manchas negras de forma circular, con el centro color crema y los bordes marrones en las hojas.
- Estas manchas son de un tamaño aproximado de 5 a 10 milímetros de diámetro.
- Cuando el ataque es fuerte provoca la caída de hojas.

Figura 1

Quinoa atacada por *Ascochyta hyalospora*.



Fuente: R. Saravia, G. Plata. (2014). Cochabamba – Bolivia: Fundación PROINPA.

Mildiu (*Peronospora farinosa*)

- Esta enfermedad ataca hojas, ramas, tallos e inflorescencias (panojas).
- Infecta durante cualquier estado fenológico del cultivo.
- Los daños son mayores en plantas jóvenes (ramificación a panojamiento), provoca caída de hojas afectando el normal desarrollo y fructificación de la quinoa.

Figura 2

Quinoa atacada por mildiu.



Fuente: Vilca Vives, Julio; Carrasco Aquino, Guillermo. (2013). UNALM.

Podredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua* Var. *Foveata*)

- Los síntomas de su ataque son heridas marrones en los tallos y panojas. Al interior de estas heridas se puede observar puntitos negros que son los hongos que causan la enfermedad.
- Las heridas miden entre 5 a 15 centímetros.
- El tallo presenta un aspecto chupado, con la parte superior amarillenta. La parte superior no cuenta con hojas, pudiendo doblarse y romperse en los puntos afectados.

Figura 3

Quinoa atacada por Phoma.



Fuente: Vilca Vives, Julio; Carrasco Aquino, Guillermo. (2013). UNALM.

Sclerotinia (*Sclerotinia* sp.)

Es una enfermedad nueva en la quinua causada por el hongo Sclerotinium. Los daños son:

- Pudrición del tallo a nivel del cuello.
- Se presenta en forma focalizada.
- Ocasiona la muerte de la planta.
- Presencia de gránulos de color negro (parecido al excremento de ratas) en el interior del tallo.

Figura 4

Quinoa atacada por Sclerotinia.



Fuente: Vilca Vives, Julio; Carrasco Aquino, Guillermo. (2013). UNALM.

Chupadera (*Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp.)

Enfermedad producida por hongos que aparecen cuando hay exceso de lluvia. Los daños son:

- Pudrición de la raíz, ocasionando la muerte de la planta.
- El ataque es más crítico en la etapa de dos hojas hasta el inicio de la floración.

Figura 5

Quinoa atacada por chupadera.



Fuente: Vilca Vives, Julio; Carrasco Aquino, Guillermo. (2013). UNALM.

2.1.12. Insectos de plaga en el cultivo de quinua

El cultivo de quinua según la **Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo (2012)** es afectado por insectos, desde la etapa de emergencia de plántulas hasta la maduración del cultivo, por ello es necesario aplicar acciones de manejo integrado de plagas, conservando el medio ambiente y obteniendo productos ecológicos.

Las principales plagas que atacan el cultivo son:

Eurisacca melanocampta

Insecto conocido como pegador de hojas, polilla de la quinua, q'hona q'hona, es la plaga más importante de la quinua. El adulto es una polilla pequeña de 9 mm, de color gris pardusco. Los estados larvales son los más perjudiciales, sobre todo en estado lechoso y pastoso del grano.

Figura 6

Quinoa atacada por *Eurisacca melanocampta*.



Fuente: R. Saravia, G. Plata. (2014). Cochabamba – Bolivia

Adioristus sp

Es un coleóptero curculionidae comúnmente llamado gorgojo de la semilla, se le encuentra en las zonas altas desde los 3 000 hasta los 3 500 msnm. Los adultos son gorgojos pequeños de color oscuro (negro y marrón) que se localizan en el suelo debajo de los terrones. En las noches realizan el daño cortando plántulas, tan similar que los noctuideos, como el utushcuro.

Figura 7

Adulto de *Adioristus sp*.



Fuente: Sanchez Llanos, María del Pilar. (2014). Cultivo de la quinoa en Ancash. Perú: dirección Regional de Agricultura.

***Astillus sp* (escarabajo de las panojas)**

Conocido como escarabajo de las hojas, es una plaga polífaga que se encuentra en la mayoría de las plantas en floración. Son escarabajos pequeños, el adulto come los estambres y sacos polínicos perjudicando la fecundación, consecuentemente no hay formación de gran

Figura 8

Adulto de *Astillus sp.*



Fuente: <http://www.meloidae.com/>.

2.1.13. Control de plagas

La **Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo (2012)**

señala que se debe realizar lo siguiente:

- Realizar la preparación del terreno adecuadamente y en forma oportuna.
- Aplicar riegos por gravedad para eliminar estados inmaduros de este insecto.
- Instalación de trampas luz (para adultos).
- Los deshierbos deben ser oportunos (evitar la presencia de malezas).

El control químico debe realizarse en horas de la tarde para mayor efectividad del control.

2.2. VARIEDADES COMERCIALES DE QUINUA

2.2.1. Blanca de Junín

Tapia (1979) nos dice que 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 Antapampa, Cuzco. En la actualidad es una de las variedades que se cultiva más en Ayacucho. Esta variedad presenta dos tipos blanca y rosada. Es resistente al mildiu (*Peronospora farinosa*), su periodo vegetativo es largo de 180 a 200 días, con granos blancos medianos hasta 2.5 mm), de bajo contenido de saponina. La panoja es glomerulada, laxa y la planta alcanza una altura de 1.60 a 2.00 m. Sus rendimientos varían mucho según el nivel de fertilización, pudiendo obtenerse hasta 2500 kg/Ha.

Figura 9

Quinua de la variedad Blanca de Junín



Fuente: Apaza, Vidal; Cáceres, Gladys; Estrada, Rigoberto; Pinedo Rember.(2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Lima – Perú: INIA – FAO.

Figura 10

Desarrollo fenológico de quinua de la variedad Blanca de Junin.



Fuente: Apaza, Vidal; Cáceres, Gladys; Estrada, Rigoberto; Pinedo Rember. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Lima – Perú: INIA – FAO.

2.2.2. INIA 415 – Pasankalla

INIA 415 - Pasankalla tiene origen en la accesión Pasankalla, conocida en la región con los nombres “Kcoitu pasankalla”, aku jiura, pasankalla, kañiwaquinua y kañiwa jiura, colectada el año 1978 en la localidad Caritamaya (Ácora, Puno). El proceso de selección de la variedad se inició el año 2000 hasta el 2005, en el ámbito de la Estación Experimental Agraria Illpa - Puno.

Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano, entre los 3815 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, y temperatura de 4°C a 15°C. (INIA, 2006).

Figura 11

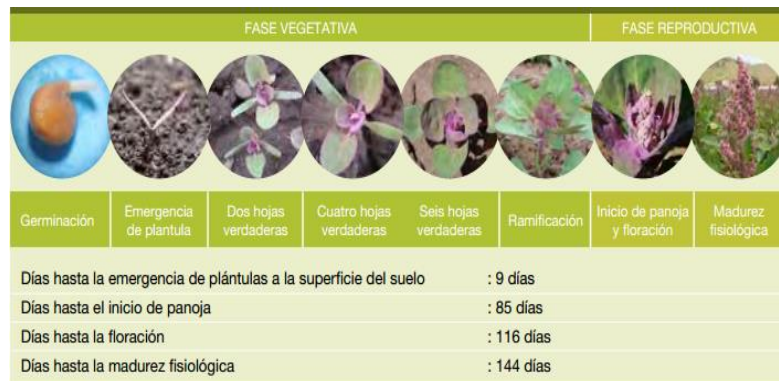
Quinoa de la variedad Pasankalla



Fuente: INIA. (2006). *Quinoa INIA 415 – Pasankalla*. Perú: Ministerio de Agricultura.

Figura 12

Desarrollo fenológico de quinoa de la variedad Pasankalla



Fuente: Apaza, Vidal; Cáceres, Gladys; Estrada, Rigoberto; Pinedo Rember. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinoa en el Perú*. Lima – Perú: INIA – FAO.

2.2.3. INIA 420 – Negra Collana

La variedad INIA 420 - Negra Collana, es de amplia base genética, ya que es un compuesto formado por 13 accesiones provenientes de 12 localidades, comúnmente conocidas como “quytujiwras”; comercialmente se le asigna el nombre de INIA 420 - Negra Collana, y es el resultado de pruebas de identificación, adaptación y eficiencia

desarrolladas participativamente con productores de las comunidades campesinas: Collana y Collpa.

Figura 13

Quinoa de la variedad Negra Collana



Fuente: INIA. (2013). Quinoa INIA 420 – Negra Collana. Perú: Ministerio de Agricultura.

Figura 14

Desarrollo fenológico de quinoa de la variedad Negra Collana



Fuente: Apaza, Vidal; Cáceres, Gladys; Estrada, Rigoberto; Pinedo Rember. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinoa en el Perú*. Lima – Perú: INIA – FAO

2.3. UNIDADES DE CALOR O UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS

La temperatura tiene gran influencia sobre los cultivos y es clave en la determinación de la fecha de siembra, cosecha y las variables de producción. Las unidades térmicas son uno de los índices más comúnmente utilizados para estimar el desarrollo de las plantas y predecir la fecha de cosecha (**Hoyos y et. al., 2012**).

La temperatura influye sobre la duración de las diferentes fases fenológicas, las cuales afectan la productividad de los cultivos (**Tewari y Singh, 1993** citados por **Hoyos y et. al., 2012**) y es considerado el elemento que tiene mayor importancia sobre la tasa o velocidad de crecimiento y el desarrollo de las plantas (**Machado y et. al., 2006; Ritchie y Ne Smith, 1991** citados por **Hoyos y et. al., 2012**).

El conocimiento de la duración exacta de las fases de desarrollo y su interacción con los factores ambientales, es esencial para alcanzar rendimientos máximos en las plantas cultivadas, ya que determinan factores como el llenado de frutos que influye directamente sobre la productividad del cultivo (**Prabhakar y et. al., 2007** citados por **Hoyos y et. al., 2012**).

Desde 1730, Reaumur introduce el concepto de unidades de calor o unidades térmicas (HU, por Heat Units) cuya unidad de medida son los grados día (GDD por Growing Degree Days - °D días) (**McMaster y et. al., 1997** y **UC IPM**). Se afirma que el crecimiento de una planta varía de acuerdo con una cantidad de calor a la cual ella está sometida durante toda su vida; a esta cantidad de calor se le llama grado – día (**Salazar, 1994**). Los organismos vivos requieren una cierta cantidad de calor para desarrollar desde una fase en su ciclo de vida a

otra. Esta medida del calor acumulado se conoce como tiempo fisiológico. Teóricamente, este concepto involucra la combinación adecuada de grados de temperatura y el tiempo cronológico, y es siempre el mismo. El Tiempo fisiológico se expresa en grados – día (**UC IPM online**).

Se han usado varios métodos para calcular los grados día, los cuales han sido útiles para la agricultura, principalmente en las áreas de fenología y desarrollo de los cultivos, mejorando ampliamente la predicción y descripción de los eventos fenológicos (**Cross y Zuber, 1972; Gilmore y Rogers, 1958; Klepper y et. al., 1984; McMaster, 1993; Mc-Master y Smika, 1988; Russelle y et. al., 1984** citados por **McMaster y et. al., 1997**).

Aunque la acumulación de grados día para las diferentes etapas de desarrollo es relativamente constante e independiente de la fecha de siembra, cada híbrido, variedad o cultivar de una especie, puede tener valores específicos para estos parámetros (**Phadnawis y Saini, 1992; Qadir y et. al., 2006** citados por **Hoyos y et. al., 2012**).

La forma modelo para calcular los grados día (GDD) o unidades de calor (U.C) es:

$$U.C = \frac{T^{\circ} \text{ máxima} + T^{\circ} \text{ mínima}}{2} - T^{\circ}_0$$

Donde:

T°_0 es la temperatura por debajo de la cual el proceso fenológico en estudio no se lleva cabo. La temperatura base varía entre especies y posiblemente entre cultivares, además, probablemente varía con la etapa de crecimiento en estudio (**Wang, 1960** citado por **McMaster y et. al., 1997**). La intención de la ecuación

es describir la energía térmica recibida por el cultivo durante un período de tiempo dado (**McMaster y et. al., 1997**), es decir es la cantidad fija de calor requerida para que una fase determinada de desarrollo se lleve a cabo, la temperatura es cuantificada positivamente por encima de un umbral de temperatura o temperatura base, cada día (**Bois y et. al., 2006**).

Un grado – día es una unidad de medida que se obtiene de la diferencia de temperatura media diaria y el umbral inferior de desarrollo o temperatura base para una especie. Ejemplo: si la temperatura base de una especie es de 10° C y la temperatura media diaria es de 16° C se obtiene 6 ° C grados – día. Los grados días también son conceptuados como la sumatoria del calor efectivo para el crecimiento de plantas, acumulado durante un día. (**Salazar, 1994 y UC IPM**).

Quillatupa (2009) cita a **Snyder y et. al., (1999)**, quien plantea calcular los grados – día (°D) en base a los grados – hora (°H). Los mismos autores definen que un grado – hora es considerado cuando la temperatura del aire está un grado por encima de la temperatura base de crecimiento por el lapso de una hora. Se asume que las tasas de desarrollo son insignificantes cuando la temperatura del aire está por debajo de la temperatura base de desarrollo. Si la temperatura es mayor en un grado a la temperatura base, entonces los grados – hora serán igual a la temperatura del aire menos la temperatura base de desarrollo establecida previamente para el cultivo. Como resultado, una diferencia grande entre la temperatura base y la temperatura del aire implica más grados hora y una tasa de desarrollo más rápida. Los grados – día son calculados como el total de grados – hora por un día dividido entre 24.

Los mismos autores sostienen que la información de temperaturas máximas y mínimas por horas, diarias, son usadas con frecuencia para estimar grados – día por aproximación a las tendencias de las temperaturas diurnas. El rango de error en los cálculos es menor al utilizar las temperaturas medias horarias que las temperaturas medias diarias.

Las temperaturas cercanas al óptimo favorecen el crecimiento de la plantas, mientras que las bajas limitan de manera importante el crecimiento; temperaturas altas y constantes durante varios días, pueden ser muy perjudiciales, sobre todo si la humedad del suelo es baja (**Hall y *et. al.***, citado por **Jarma y *et. al.***, 2012). Adicionalmente, **White (1985)** citado por **Quillatupa (2009)**, menciona que las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración en el desarrollo.

La temperatura umbral máxima o el umbral superior de desarrollo de un organismo es la temperatura por encima de la cual la tasa de crecimiento comienza a disminuir o el desarrollo se detiene y la temperatura umbral mínima o el umbral inferior de desarrollo es la temperatura por debajo de la cual la fisiología de la planta es afectada y el desarrollo se detiene (**UC PIM**). Las temperaturas por encima o por debajo de los umbrales de desarrollo, son las temperaturas letales, causan daño y la muerte de tejidos (**Castillo y Castellví, 1996**).

De forma complementaria **Neild y Smith (1983)**, sostienen los siguientes conceptos:

- Existe una temperatura base (T_b), bajo la cual las plantas no desarrollan.

- La tasa de desarrollo aumenta cuando la temperatura ambiental es mayor que la temperatura base (T_b).
- Las variedades de los cultivos requieren de diferentes valores acumulados de grados – día (D°) en función a su ciclo de desarrollo.

Castillo y Castellví (2001) citados por **Quillatupa (2009)** mencionan que numerosas compañías productoras de semillas se basan en las unidades de calor para la programación de las cosechas y no en días calendario, esto se debe a que una variedad de cualquier cultivo producida en dos regiones diferentes no requieren el mismo número de días desde la germinación hasta la maduración, sin embargo, las unidades de calor necesarias son muy similares

2.3.1. Unidades de calor en el cultivo de quinua

Salazar (1994), evaluó la fenología de 20 genotipos de quinua en el distrito de Anta en el Departamento de Ancash – Perú. Clasificó a los 20 genotipos en tres grupos de acuerdo al lugar de procedencia y a características fenotípicas. En cuanto a la fenología precisó 5 etapas que fueron: germinación, dos pares de hojas verdaderas, panojamiento, floración y maduración. El promedio de los 20 genotipos en cuanto a las unidades de calor acumulados en grados – día fueron: 57.93; 147.69; 487,70; 629,19 y 1068,60 respectivamente. Y utilizó la siguiente fórmula para calcular las unidades de calor diarias:

$$U.C = \frac{T^{\circ} \text{máxima} + T^{\circ} \text{mínima}}{2} - T^{\circ}_0$$

*Salazar (1994) utilizó como temperatura base 10°C porque esta es la temperatura base del maíz y este cultivo crece en asociación con el de quinua en el Callejón de Huaylas (Ancash).

Salinas y et. al., (2007), citado por **Quillatupa (2009)** mediante el uso de una estación meteorológica automática, instalado en la cercanía del área de cultivo, determinaron la acumulación de grados – día (°D) en forma diaria. Estos resultados se relacionaron con la ocurrencia de los estados fenológicos representativos de la quinua en el altiplano chileno, a unos 3800 msnm en la localidad de Ancovinto, Región de Tarapacá – Chile. Las quinuas que utilizaron correspondieron a variedades locales, con las cuales determinaron que las etapas fenológicas acumularon las siguientes cantidades de unidades de calor: siembra a emergencia 72,5 G.D., de siembra a primer par de hojas verdaderas 139,5 G.D., de siembra a segundo par de hojas verdaderas 243,0 G.D; de siembra a tercer par de hojas verdaderas 344,5 G.D; de siembra a inicio de panoja 441,5 G.D; de siembra a inicio de floración 534,0 G.D; de siembra a floración plena 596,5 G.D.; de siembra a grano pastoso 1161.5 G.D.; de siembra a madurez fisiológica 1243,5 G.D.

Quillatupa (2009), determinó las unidades de calor para cada fase fenológica de 16 genotipos de quinua, bajo condiciones de costa central, en La Molina – Lima. Recabó el registro diario de temperaturas medias por horas (T°m) de la Estación Meteorológica Automática, ubicada en la Estación Alexander Von Humboldt en la UNALM. Usó 7° C como temperatura base (Tb), por ser la temperatura mínima promedio del

centro de origen de la quinua (Altiplano Peruano – boliviano). Los cálculos se realizaron de acuerdo a lo planteado por **Snyder y et. al., (1999)** quienes calculan °D (grados día) en base a °H (grados hora).

$$^{\circ}D = \frac{\Sigma^{\circ}H}{24}$$

Siendo $^{\circ}H = T^{\circ}m - Tb$

Después correlacionó las unidades de calor con las fases fenológicas previamente determinadas. Las unidades de calor acumuladas requeridas para culminar cada fase fueron: germinación 44.32; desarrollo vegetativo 316.29; ramificación 269.32 (requerimiento para empezar la fase); desarrollo del botón floral 443.36; desarrollo de la inflorescencia 623,50; floración 864.21; antesis 1220.28; grano acuoso 1219.14; grano lechoso 1441.14 y grano pastoso 1804.29.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA E HIDROGRAFÍA

3.1.1. Ubicación geográfica e hidrográfica

El sector de Pumararra pertenece al sector de Kerapata el cual corresponde al ámbito geográfico del distrito de Tamburco y provincia de Abancay adscrito a la región Apurímac ubicado respecto al nivel del mar con una altitud de 3087 msnm., teniendo como coordenadas UTM:

Este: 732479.89 m.

Norte: 8496818.36 m.

De acuerdo a la clasificación de la Autoridad Nacional del Agua, la zona de estudio pertenece hidrográficamente a la Inter Cuenca Alto Apurímac.

3.1.2. Características edáficas

La zona de estudio posee suelos de característica franco arcilloso, un pH de valor 6.6 considerado dentro de la escala de medición como neutro, una conductividad eléctrica de 0.290 mS/cm considerado dentro de los valores de interpretación como normal. Respecto a la fertilidad natural del suelo, podemos indicar que en contenido de Nitrógeno ($\text{NO}_3 - \text{N}$) es alto, para el caso de Fosforo (P_2O_5) la cantidad presente en el suelo es bajo y la cantidad de Potasio (K_2O) adherida al suelo presenta un valor medio.

3.1.3. Características del clima

El clima predominante en el distrito de Tamburco es templado con características veraniegas presentando una temperatura en promedio de 18° C. Se nota una variación paulatina del clima a medida que se asciende hacia el norte, apreciándose climas semi templados en la zona Quechua con altitudes de 2300 a 3600 msnm y temperaturas medias que varían entre 11° y 16° C. Entre las zonas de 4000 a 4800 msnm se aprecian climas fríos típicos de Puna con temperaturas medias que varían de cero a 10 °C. Por último se distinguen climas muy fríos con presencia de nevadas y temperaturas bajo 0° C entre altitudes de 5100 msnm.

La estacionalidad climática es de acuerdo a las siguientes características: en los meses de abril a setiembre llegan permanentemente los rayos solares indicando la ausencia de lluvias, pero entre los meses de junio a setiembre se presentan características de clima frígido (presencia de heladas) debido a la temperatura baja.

A partir de setiembre a diciembre se da inicio a las primeras lluvias moderando la temperatura y mejorando el reverdecimiento de las plantas en las Áreas pajonales y bosques, además este último se cubre de neblinas bajas predominando una temperatura promedio de 14°C. Entre los meses de enero y marzo se produce la mayor precipitación pluvial.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales Biológicos

La investigación contó con tres variedades de quinua procedentes de la ciudad de Puno, se detalla los cultivares:

1. Blanca de Junín.
2. INIA 420 – NEGRA COLLANA.
3. INIA 415 – PASANKALLA.

3.2.2. Materiales de campo

1. Guano de Isla.
2. Urea.
3. Superfosfato triple.
4. Cloruro de potasio
5. Tractor agrícola.
6. Wincha.
7. Picos.
8. Palas.
9. Cal.
10. Segadera.
11. Sacos de yute

3.2.3. Materiales de gabinete

1. PC con procesador Intel i5.
2. Paquete de programas informático para oficinas: Microsoft Office.
3. Software estadístico: Infostat.
4. Útiles de escritorio.

3.3. METODOLOGÍA

Para la presente investigación experimental se empleara el Diseño Completamente al Azar (BCA) con arreglo factorial del tipo 3x3; teniendo 9 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 27 unidades experimentales .se tiene el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijlm} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_l + \gamma_m + (\alpha\beta)_{jl} + (\alpha\gamma)_{jm} + (\beta\gamma)_{lm} + (\alpha\beta\gamma)_{jlm} + \varepsilon_{ijlm}$$

$$i = 1, \dots, r_b$$

$$j = 1, \dots, a$$

$$l = 1, \dots, b$$

$$m = 1, \dots, c$$

Dónde:

Y_{jlm} = valor de la característica en estudio debido a las variedades j , al tipo de fertilización l y la aplicación de los fertilizantes m .

μ = efecto medio verdadero correspondiente a todas las posibles respuestas de los tratamientos.

ρ_i = efecto del bloque i .

α_j = efecto verdadero del j – ésimo nivel del factor variedad.

β_l = efecto verdadero del l – ésimo nivel del factor tipo de fertilización.

γ_m = efecto verdadero del m – ésimo nivel del factor aplicación de fertilizantes.

$\alpha\beta_{jl}$ = efecto de la interacción del j – ésimo nivel del factor variedad con el l – ésimo nivel del factor tipo de fertilización.

$\alpha\gamma_{jm}$ = efecto de la interacción del j – ésimo nivel del factor variedad con el m – ésimo nivel del factor aplicación de fertilizantes.

$\beta\gamma_{lm}$ = efecto de la interacción del l – ésimo nivel del factor tipo de fertilización con el m – ésimo nivel del factor aplicación de fertilizantes.

$\alpha\beta\gamma_{jlm}$ = efecto verdadero del j – ésimo nivel del factor variedad con el l – ésimo nivel del factor tipo de fertilización y el m – ésimo nivel del factor aplicación de fertilizantes.

ε_{jlm} = efecto del error experimental para la repetición en el j – ésimo nivel del bloque del l – ésimo tratamiento combinado de las variedades, tipo de fertilización y aplicación del fertilizante.

Se empleará dos tipos de fertilizantes para la fertilización del cultivo de quinua, el primero de origen orgánico (guano de isla) y el segundo será de origen sintético (Urea, Superfosfato triple y Cloruro de potasio)

3.3.1. Características del campo experimental

Las dimensiones de la parcela donde se realizó el experimento presentan las siguientes características:

- Número de parcelas por bloque: 9 parcelas.
- Número de repeticiones por tratamiento: 3 repeticiones.
- Número de surcos por parcela: 4 surcos
- Distancias entre surcos: 0.80 cm
- Longitud de surcos: 2 metros lineales.
- Ancho de parcela: 2 metros lineales.
- Distancia entre parcelas: 1 metro lineal.

- Área total del experimento: 243 m².

3.3.2. Labores culturales

Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo de manera manual, empleando para ello picos y machetes a fin de remover la tierra y las malezas presentes en la chacra. Esta actividad se realizó el día 11 de octubre del 2015.

Abonamiento

Después de realizar la preparación del terreno se procedió a realizar la aplicación del guano de isla a razón de 800 kg/ha. La urea se empleó en la dosis 70 kg/ha, el superfosfato triple a razón de 60 kg/ha y el cloruro de potasio en 50 kg/ha.

Siembra

La siembra se realizó a chorro continuo empleando para ello un sembrador casero, que consiste en una lata con orificios distanciados entre 1 cm. El distanciamiento respectivo entre surcos fue de 0,80 centímetros se tuvo cuidado con no cubrir la semilla a más de 2 cm de altura.

Esta actividad se llevó a cabo el 25 de noviembre del 2015.

Desáhije

Se realizó cuando las plantas de quinua se encontraban en pleno desarrollo vegetativo, es decir en inicios del botón floral. Para ello se tomó en consideración dejar plantas a cada 5 cm.

Aporque y control de malezas

Se realizaron de manera conjunta y para ello se empleó la lampa, herramienta agrícola fundamental en toda actividad que desarrolla agricultura rural.

Riegos

Inicialmente la aplicación de agua fue cada 8 días en periodo de secas empleando el riego por gravedad.

Control fitosanitario

No se realizó ningún tipo de control debido a que inicialmente no se observó presencia de plagas ni enfermedades.

Cosecha

Se realizó cuando cada variedad evaluada alcanzó su madurez fisiológica.

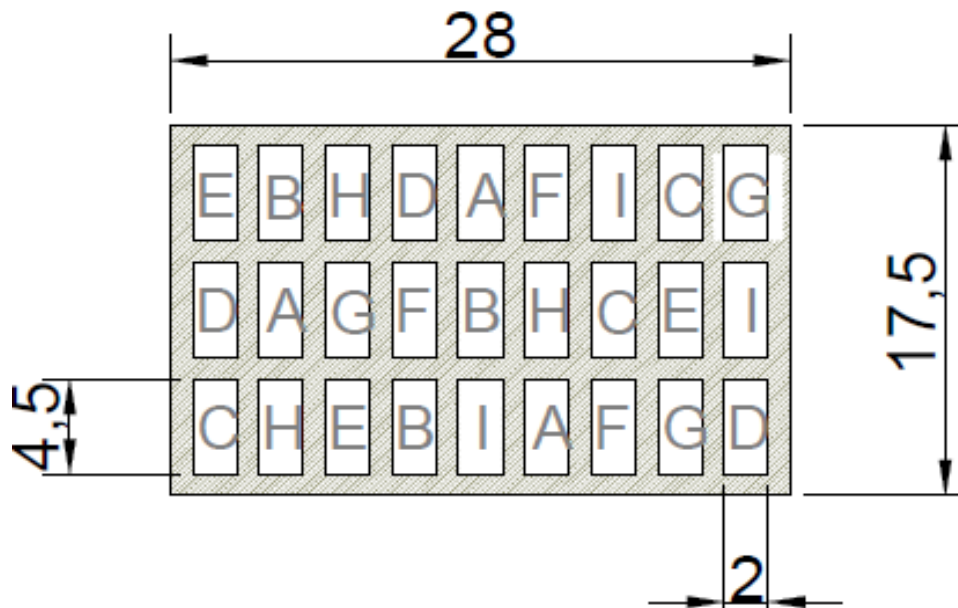
3.3.3. Diseños experimentales

La unidad experimental consistió en una parcela de 2.5 metros de ancho por 4 metros de largo (9 metros cuadrados). Cada bloque o repetición tendrá un área de 81 metros cuadrados (4.5 metros de ancho por 18 metros de largo). El área total del trabajo de investigación es de 490 metros cuadrados, de las cuales el área cultivada en los 3 bloques hacen un total 243 metros cuadrados y el restante de 247 metros cuadrados son las calles.

Los tratamientos estudiados presentan las siguientes claves:

- A:** variedad quinua Blanca de Junín con fertilizante.
- B:** variedad quinua Blanca de Junín con guano de isla.
- C:** variedad quinua Blanca de Junín testigo.
- D:** variedad quinua Pasankallá roja con fertilizante.
- E:** variedad quinua Pasankallá roja con guano de isla.
- F:** variedad quinua Pasankallá roja testigo.
- G:** variedad quinua negra Collana con fertilizante.
- H:** variedad quinua negra Collana con guano de isla.
- I:** variedad quinua negra Collana testigo.

TRATAMIENTOS



3.3.4. Validación de la hipótesis de estudio

Para tal fin se empleó el Análisis de Varianza (ANVA) a fin de detectar diferencias en el experimento evaluado, adicionalmente para detectar superioridad entre los tratamientos en estudio, se recurrió a la prueba de Tukey con el propósito de determinar la mejor respuesta entre los tratamientos bajo estudio. Para ambas pruebas se eligió un nivel de significancia del 5%.

3.3.5. Variables

- **Independiente**

Tipo de abonamiento y las variedades de quinua.

- **Dependiente**

Rendimiento de las distintas variedades del cultivo de quinua.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE LA QUINA

4.1.1. Altura de la planta en el cultivo de quinua

Se evaluó la altura de la planta a partir de la superficie del suelo alcanzado durante todo el ciclo fenológico del cultivo de quinua, empleando como unidad de medida, el centímetro.

En cada parcela se tomó 10 muestras y de ello se promedió los datos obtenidos. La selección se realizó de los dos surcos centrales. Para realizar la prueba de Análisis de Varianza de la variable altura de planta, se recurrió al uso del software Infostat (ver tabla 3).

Tabla 3: Análisis de Varianza para la variable Altura de planta

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	8442.44	10	844	4	0.004
REPETICIONES	303.44	2	152	1	0.471
VARIEDAD	7278.18	2	3639	19	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	510.27	2	255	1	0.293
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	350.55	4	88	0	0.767
Error	3073.78	16	192		
Total	11516.23	26			

Fuente: elaboración propia

Leyenda:

SC: suma de cuadrados

GL: grados de libertad

CM: cuadrado medio

F: Fisher

P-VALOR: probabilidad de p

En la tabla 3, se evidencia que existen diferencias significativas, en la fila variedad se observa un valor $p = 0.001$ y comparado con el nivel de significancia de 5%, podemos contrastar que existen diferencias marcadas entre las variedades en estudio, puesto que $p < \alpha$ (0.05) rechazamos que no existe diferencias significativas entre las medias poblacionales de los tratamientos en estudio; sin embargo también se observa que para el caso de los tipos de fertilización no se evidencia diferencias entre sus medias poblacionales ya que el valor $p = 0.293$ es mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, por lo tanto se acepta que no existen diferencias significativas entre los distintos tipos de fertilizantes bajo estudio. Adicionalmente en la tabla 1 indica que la fila modelo explica una parte significativa de la variación observada en la variable dependiente, el nivel crítico de decisión para afirmar lo expuesto está en base al valor de $p = 0.004$ que en comparación del nivel de significancia $\alpha = 0.05$ resulta menor.

De otra parte, el coeficiente de variabilidad cuyo valor porcentual de 11.17% indica, para estas condiciones de control, que el experimento guarda un nivel de precisión aceptable.

Al realizar el análisis de varianza, solo se encontró diferencias significativas en las variedades de quinua más no en los tratamientos de fertilización mientras que la interacción variedad y tratamiento no influyen en el rendimiento del cultivo.

No obstante, el análisis de varianza no indica cuál de las variedades en

estudio resulto más significativo, razón por la cual se recurrió al análisis de la prueba de significancia honesta de Tukey al 5%.

El resultado de la prueba Tukey, indica que el tratamiento que tuvo superioridad frente al resto fue la variedad Blanca de Junín. En la tabla 2 se muestra el resumen de los tratamientos evaluados. Se evidencia una variación de 108.56 cm a 146.77 cm en longitud de plantas alcanzada por cada variedad del cultivo, siendo la más representativa Blanca de Junín.

Tabla 4: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable altura de la planta

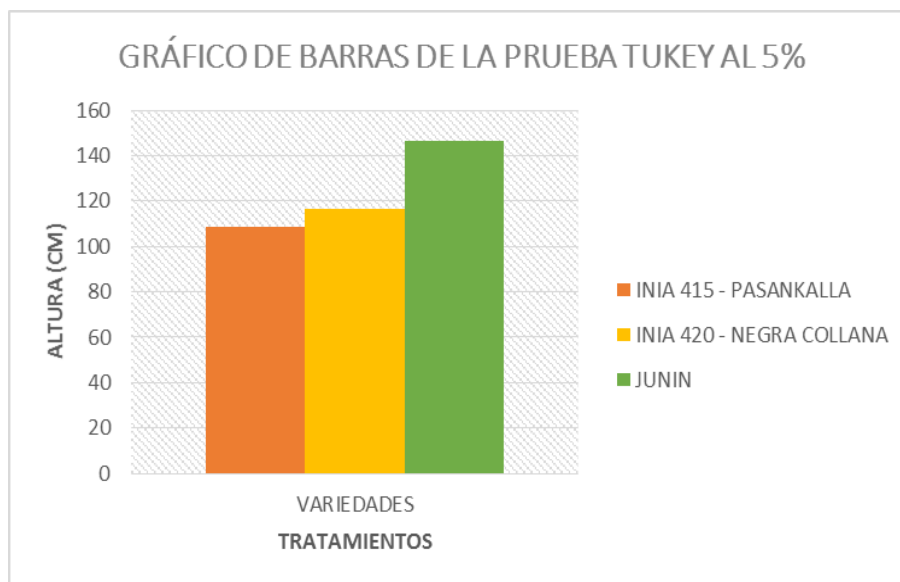
VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS	
INIA 415 - PASANKALLA	108.56	9	4.43	A	
INIA 420 - NEGRA COLLANA	116.8	9	4.43	A	
JUNIN	146.77	9	4.43		B

Fuente: elaboración propia

En la figura 15, se aprecia mejor las diferencias bien marcadas de los tratamientos respecto al testigo.

Figura 15

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable altura de la planta.



Fuente: elaboración propia

Además podemos mencionar que autores como **León** (2003), **Bonifacio** (2003) y **Tapia** (2003) indican que las variedades de quinua procedentes del Altiplano alcanzan alturas entre 1 a 1.80 metros, lo cual se confirma en el presente estudio con las alturas observadas por cada variedad cuyos valores de altura oscilan entre 1.08 y 1.46 metros.

4.1.2. Peso de tallo en el cultivo de quinua

A fin de determinar si existen diferencias significativas entre las medias poblaciones de los tratamientos en estudio se recurrió al análisis de varianza. El software Infostat fue de ayuda para realizar el análisis, reportando los siguientes resultados que se observan en la tabla 5.

Tabla 5: Análisis de Varianza para la variable peso del tallo

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	945040	10	94504	8	0
REPETICIONES	52490.67	2	26245	2	0.15
VARIEDAD	852022.89	2	426011	35	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	3196.22	2	1598	0	0.879
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	37330.22	4	9333	1	0.565
Error	196088.67	16	12256		
Total	1141128.67	26			

Fuente: elaboración propia

Leyenda:

SC: suma de cuadrados

GL: grados de libertad

CM: cuadrado medio

F: Fisher

P-VALOR: probabilidad de p

La tabla 5 indica que, en primer lugar la línea modelo, la cual se refiere a todo los efectos del modelo tomados juntos (el efecto de los dos factores, el de la interacción y el de la constante o intersección), nos explica que la variación observada en la variable dependiente se debe al modelo del diseño experimental. Para afirmar lo expuesto anteriormente, se evalúa el valor $p = 0.0002$ obtenido de la fila “modelo” en contraste con el valor de significancia $\alpha = 0.05$ de la tabla 5, al resultar menor el valor p en comparación con α nos permite inferir que el “modelo” explica una parte significativa la variación observada en la variable dependiente.

Del análisis de varianza realizado en la variable peso de tallo también se evidencia que en la fila variedad existe diferencias significativas, es decir la diferencia entre los rendimientos finales se debe principalmente

a la influencia de las distintas variedades bajo estudio. Esto es debido al valor de $0.001 < p$ obtenido en la fila variedad que en contraste con el valor $\alpha = 0.05$ resulta inferior por lo que se concluye la heterogeneidad en las medias observadas de las variedades de quinua durante el experimento. Mientras que en la fila tipos de fertilización arroja un valor $p = 0.879$ que en comparación con el valor de significancia $\alpha = 0.05$ resulta mayor, razón suficiente para argumentar que los distintos tipos de fertilización no influyen de manera independiente en el rendimiento de las variedades en estudio, además se aprecia de igual forma que la interacción variedades y tipos de fertilización no resultaron significativas en la variable rendimiento del cultivo de quinua debido al valor $p = 0.5664$ obtenido que en comparación con el nivel de significancia de 0.05 resulta mayor por lo cual, se acepta que esta interacción no produce diferencias significativas en el rendimiento del cultivo. Adicionalmente podemos ver en el resumen de la tabla 5, el valor porcentual alcanzado por el coeficiente de variabilidad del 28.50% señala que los promedios observados son representativos, es decir, que los datos recolectados son homogéneos por cada unidad experimental; como conclusión, se ha realizado un buen control del error experimental y un buen cuidado de los tratamientos del experimento.

En ese sentido, una vez detectado las diferencias significativas entre las variedades bajo evaluación, se procedió a determinar cuál de las variedades resultó significativamente superior en el peso de la biomasa. Para tal propósito se recurrió al análisis de la prueba honesta de

significación de Tukey al 5%, los resultados se aprecian en la tabla 6.

Tabla 6: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable peso del tallo

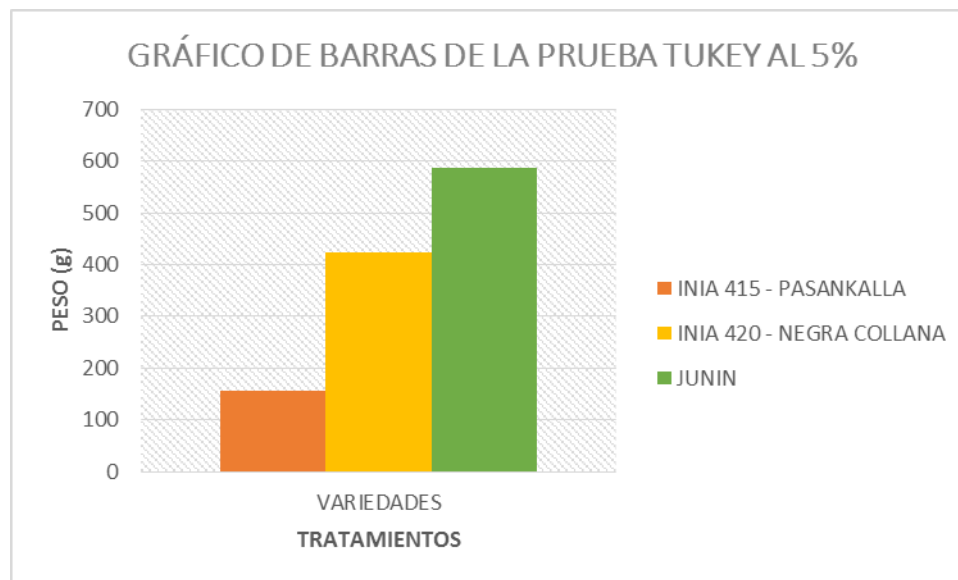
VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
INIA 415 - PASANKALLA	155.33	9	36.58	A		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	423.89	9	36.58		B	
JUNIN	586.11	9	36.58			C

Fuente: elaboración propia

Del resumen de la tabla 6, se observa que el rango de pesos varía entre 155.33 gramos y 586.11 gramos siendo la variedad Blanca de Junín la de mayor peso, seguido de INIA 420 – Negra Collana y finalmente INIA 415 – Pasankalla.

En la figura 16, el resumen de la tabla 6 se visualiza mejor las diferencias bien marcadas entre las variedades Blanca de Junín, INIA 420 – Pasankalla e INIA 420 – Negra Collana.

Figura 16: Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable peso tallo.



Fuente: elaboración propia

Estudios realizados por **Mujica y et. al. (2001)** en la producción de materia seca o biomasa aérea después de la cosecha, puede alcanzar en promedio a 16000 kg/ha. No obstante los resultados obtenidos en este trabajo de tesis reportan valores que oscilan entre 1725.56 kg/ha y 6512.33 kg/ha. Probablemente estos resultados obtenidos concuerden con los estudios realizados por **Richards (1987)** que indica acerca de la influencia de ambientes secos de los andes y su importancia en el desarrollo rápido de la biomasa durante el período de crecimiento. Para nuestro caso, en la fase de crecimiento se presentó eventos climatológicos adversos (fuertes olas de calor). Además podría deberse también a un inoportuno desahije en la etapa de crecimiento, permitiendo innecesariamente competencia entre nutrientes y agua.

4.2. EVALUACIÓN DEL CICLO FENOLÓGICO DEL CULTIVO

4.2.1. Germinación

Para evaluar el rango promedio de tiempo en la cual las distintas variedades de quinua alcanzaran una emergencia aproximada del 85 % y determinar si el éxito de la germinación se debe a las variedades y la aplicación oportuna de fertilizantes, se realizó la prueba de Análisis de Varianza.

En la tabla 7 se aprecia que efectivamente existen diferencias significativas entre las variedades estudiadas (valor de $p < 0.001$), sin embargo también se observa que los distintos tipos de fertilizantes no influenciaron en la variable germinación (valor de $p = 0.6925$). Además

no existe influencia por la interacción de ambos factores en la variable dependiente (valor de $p = 0.5708$)

Tabla 7: Resultado del Análisis de varianza en la variable germinación

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	21.33	8	3	9	0
VARIEDAD	20.22	2	10	34	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	0.22	2	0	0	0.693
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	0.89	4	0	1	0.571
Error	5.33	18	0		
Total	26.67	26			

Fuente: elaboración propia

Para determinar cuál de las variedades alcanzó el menor tiempo en germinación se procedió a realizar la prueba honesta de Tukey a fin de comparar las distintas medias poblaciones y determinar la mejor variedad que germinan en el tiempo menos posible.

Tabla 8: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable germinación del cultivo de quinua

VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
JUNIN	5.56	9	0.17	A		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	7.33	9	0.17		B	
INIA 415 - PASANKALLA	7.44	9	0.17		B	

Fuente: elaboración propia

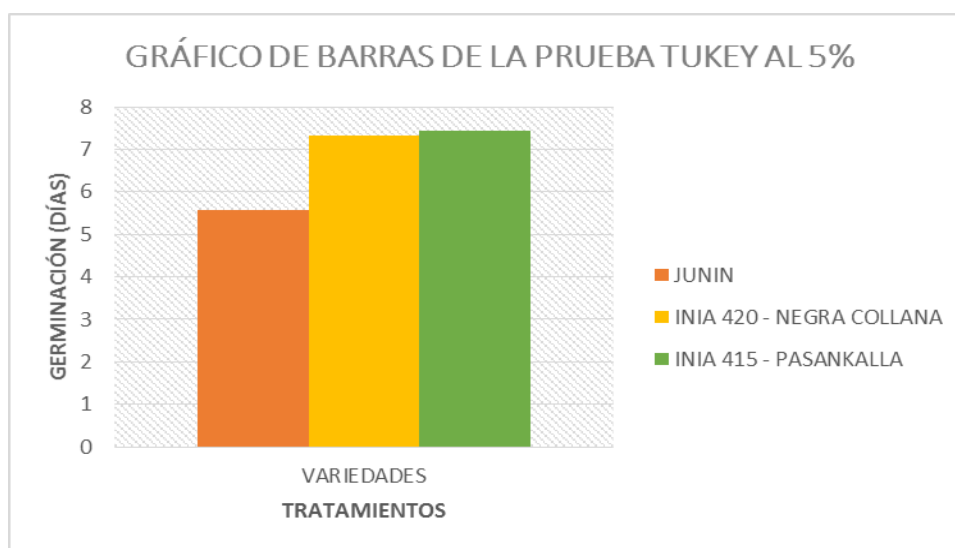
En el resumen de la tabla 8 se observa que existe un rango de 6 a 7 días de duración en la germinación, siendo la variedad Blanca de Junín con mayor velocidad de emergencia. En cuanto a las variedades INIA

420 – Negra Collana e INIA 415 – Pasankalla no mostraron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico.

En la figura 17 se aprecia mejor estas diferencias de germinación por cada variedad evaluada.

Figura 17

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable germinación.



Fuente: elaboración propia

4.2.2. Inicio del desarrollo vegetativo

Para determinar el inicio de esta etapa, se consideró para cada variedad evaluada presenten el primer par de hojas verdaderas, culminando la fase con la aparición y extensión del quinto par.

En los resultados del Análisis de Varianza de la tabla 7 se puede observar que existe diferencias significativas entre las variedades evaluadas (valor de $p = 0.0010$) además el tipo de fertilización (valor de $p = 0.016$) también influye en el desarrollo vegetativo. No obstante la

interacción de estos dos factores no guarda relación alguna con el periodo de desarrollo vegetativo.

El valor porcentual del coeficiente de variabilidad (3.13%) nos indica que hubo homogeneidad en los valores observados dentro de cada unidad experimental.

Tabla 9: Resultado del Análisis de varianza en la variable desarrollo vegetativo

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	10.52	8	1	5	0.002
VARIEDAD	5.41	2	3	10	0.001
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	2.74	2	1	5	0.016
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	2.37	4	1	2	0.1
Error	4.67	18	0		
Total	15.19	26			

Fuente: elaboración propia

Se procedió con la prueba Tukey con el propósito de determinar cuál de las variedades logró desarrollar vegetativamente en el tiempo más corto.

Tabla 10: Resultado de la prueba Tukey al 5% en el variable desarrollo vegetativo

VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
JUNIN	15.89	9	0.21	A		
INIA 415 - PASANKALLA	16	9	0.21	A		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	16.89	9	0.21		B	

Fuente: elaboración propia

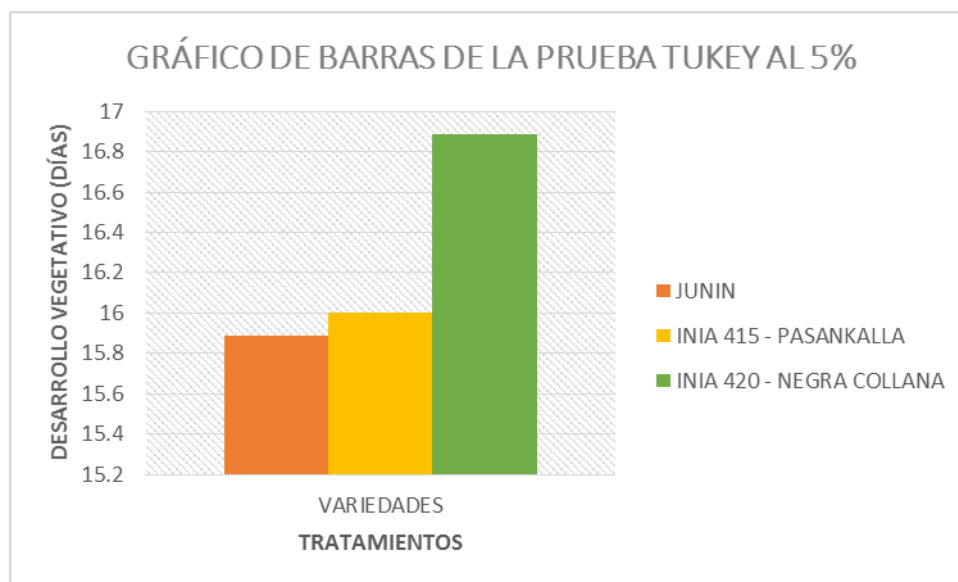
En la tabla 10 se observa que el rango de días que da inicio al desarrollo vegetativo está entre 15 – 16 días, siendo las variedades Blanca de

Junín e INIA 420 – Negra Collana las que estadísticamente son más precoces.

La figura 18 permite visualizar de manera más entendible lo reportado en la tabla 10. Aquí vemos que la variedad INIA 415 – Pasankalla es la que demora más en iniciar su desarrollo vegetativo.

Figura 18

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio del desarrollo vegetativo.



Fuente: elaboración propia

4.2.3. Inicio del botón floral

Esta fase da inicio cuando el botón floral empieza a diferenciarse como una estructura pequeña y compacta, cubierta por hojas protectoras, a los pocos días (3 – 5 días) después de haber iniciado la ramificación.

Se realizó la prueba de Análisis de Varianza con el fin de determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 11: Resultado del Análisis de varianza en la variable inicio del botón floral

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	199.33	8	25	48	0
VARIEDAD	188.67	2	94	182	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	9.56	2	5	9	0.002
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	1.11	4	0	1	0.711
Error	9.33	18	1		
Total	208.67	26			

Fuente: elaboración propia

Del resultado de la tabla 11 podemos afirmar que para esta variable de evaluación existen variaciones en el inicio del botón floral. En las variedades (valor de $p < 0.0001$) evaluadas existe marcada diferencia entre los días que dan inicio al botón floral. Además también podemos ver que la influencia por el tipo de fertilización (valor de $p = 0.002$) es significativa en la variable dependiente.

La variedad que inicia el periodo de formación del botón floral es la INIA 420 – Negra Collana con 24 días, seguido de Blanca de Junín con 26 días y finalmente INIA 415 – Pasankalla con 30 días. En la tabla 12 se reporta el resumen de la prueba Tukey con las variedades que resultaron más precoces en el inicio del botón floral.

Tabla 12: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable inicio del botón floral

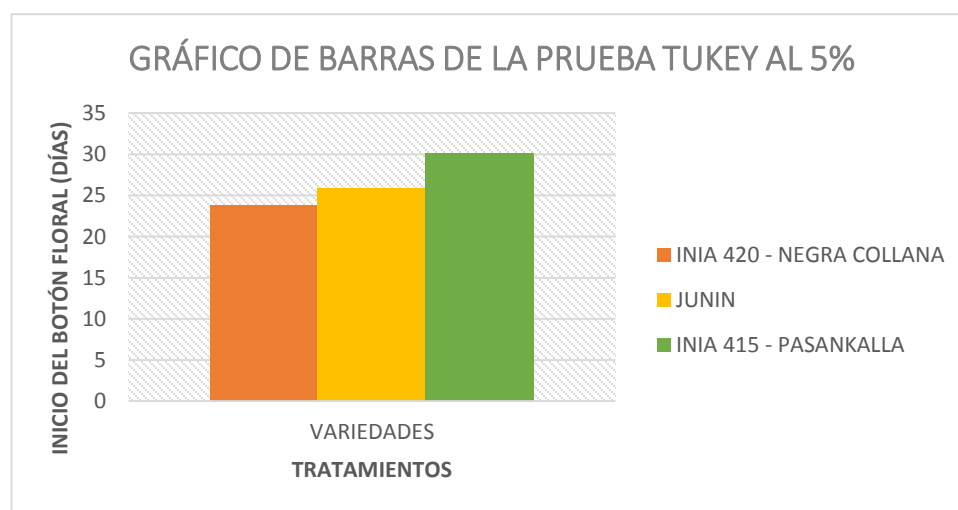
VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	23.78	9	0.3	A		
JUNIN	25.78	9	0.3		B	
INIA 415 - PASANKALLA	30.11	9	0.3			C

Fuente: elaboración propia

La figura 19, resume de manera visual lo reportado en la tabla 12.

Figura 19

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio del botón floral.



Fuente: elaboración propia

4.2.4. Inicio de la inflorescencia

Se consideró como etapa inicial cuando la inflorescencia comenzó a diferenciarse en el ápice del tallo principal, en forma piramidal y los colores respectivos por cada variedad. El Análisis de Varianza realizado reporta

que existen variedades (valor de $p < 0.0001$) que alcanzan el inicio de la inflorescencia en periodos distintos. En el resumen de la tabla 13 se observa lo afirmado anteriormente.

Tabla 13: Resultado del Análisis de varianza en la variable inicio de la inflorescencia.

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	669.63	8	84	377	0
VARIEDAD	7.63	2	4	17	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	660.07	2	330	1485	0
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	1.93	4	0	2	0.114
Error	4	18	0		
Total	673.63	26			

Fuente: elaboración propia

Posteriormente se realizó la prueba de Tukey con el fin de determinar cuál de las variedades en estudio alcanzó en el menor tiempo el periodo de inicio de inflorescencia.

Tabla 14: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable inicio de la inflorescencia.

VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	45	9	0.25	A		
INIA 415 - PASANKALLA	46.67	9	0.25		B	
JUNIN	56.22	9	0.25			C

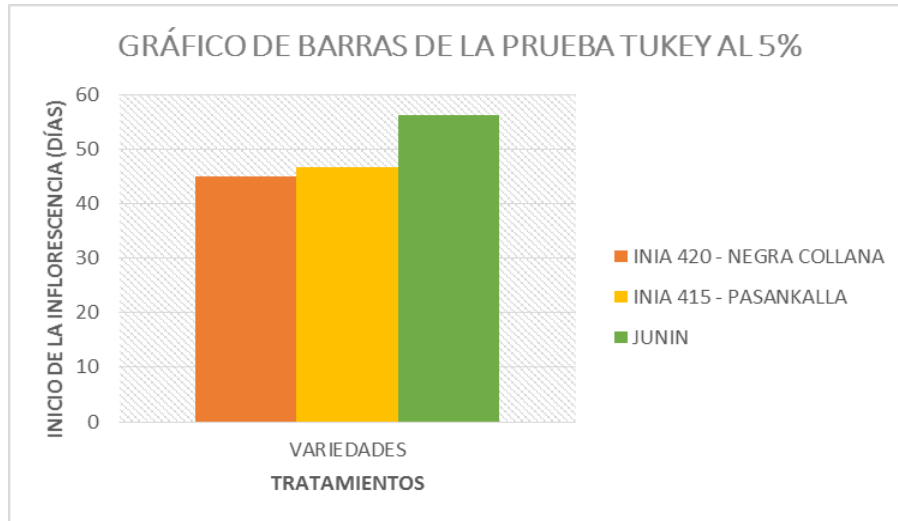
Fuente: elaboración propia

De la tabla 14 se puede afirmar que la variedad INIA 420 – Negra Collana alcanzó el tiempo más corto para dar inicio a la formación de inflorescencia en 45 días, seguido de INIA 415 – Pasankalla con 46 días y finalmente Blanca de Junín con 56 días.

La figura 20 permite comprender mejor lo reportado en el análisis de la prueba Tukey.

Figura 20

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio de la inflorescencia.



Fuente: elaboración propia

4.2.5. Inicio de la floración

Para evaluar esta fase, se estableció como punto inicial de partida la apertura de flores.

La prueba de Análisis de Varianza permitió determinar que al menos una de las variedades en estudio resulta más precoz en alcanzar esta etapa fenológica. De la tabla 15 se observa que efectivamente hay diferencias significativas entre las variedades estudiadas.

Tabla 15: Resultado del Análisis de varianza en el variable inicio de la floración.

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	1219.33	8	152	514	0
VARIEDAD	1213.56	2	607	2048	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	3.56	2	2	6	0.01
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	2.22	4	1	2	0.159
Error	5.33	18	0		
Total	1224.67	26			

Fuente: elaboración propia

Al determinar que existen diferencias estadísticas en las variedades estudiadas, se recurrió a la prueba de Tukey a fin de determinar cuál de las variedades en estudio resulto la más precoz en alcanzar la etapa de inicio de floración. Del resumen en la tabla 16, podemos afirmar que la variedad INIA 420 – Negra Collana fue la más precoz alcanzando la etapa de inicio de floración en 59 días, seguido de INIA 415 – Pasankalla con 62 días y finalmente la variedad Blanca de Junín con 75 días.

Tabla 16: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable inicio de la floración.

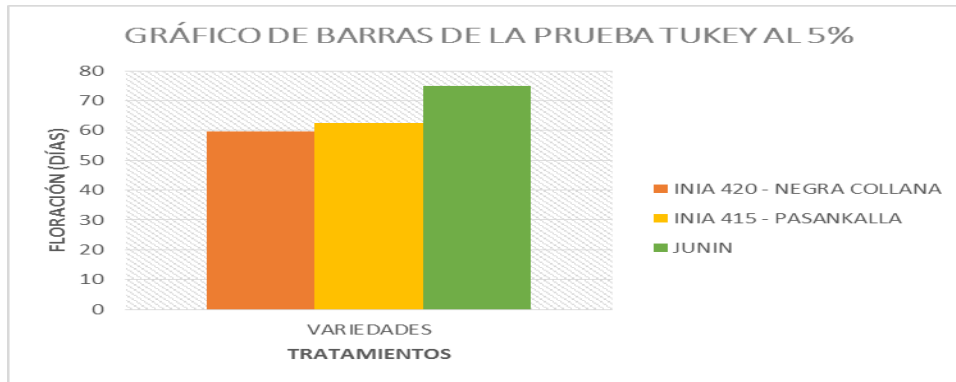
VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	59.67	9	0.23	A		
INIA 415 - PASANKALLA	62.56	9	0.23		B	
JUNIN	75.11	9	0.23			C

Fuente: elaboración propia

Para una mejor comprensión de la tabla 15, visualizar la figura 21, en ella se aprecia lo afirmado de la tabla 18. La variedad más precoz fue la INIA 420 – Negra Collana.

Figura 21

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable inicio de la floración.



Fuente: elaboración propia

4.2.6. Tiempo de cosecha

Para evaluar esta etapa se tuvo en consideración que las panojas se encuentren secas después de la etapa de grano pastoso.

El Análisis de Varianza realizado a esta variable, permitió detectar que existen diferentes tiempos donde cada variedad de quinua alcanza la madurez fisiológica. Lo afirmado anteriormente se sustenta en los resultados de la tabla 16, en ella se observa que la fila variedad presenta un valor $p < 0.0001$ que en comparación con el valor de significancia tomado en cuenta en la presente experimentación, resulta mucho menor; razón por la cual se afirma que existen diferencias bien marcadas de las variedades de quinua y su tiempo de madurez o etapa de cosecha.

Además podemos ver que el valor del coeficiente de variabilidad (0.43%) indica que existe homogeneidad de los datos observados en cada parcela experimental.

Tabla 17: Resultado del Análisis de varianza en la variable tiempo de cosecha.

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	4103.33	8	513	1731	0
VARIEDAD	4078.22	2	2039	6882	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	22.22	2	11	38	0
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	2.89	4	1	2	0.085
Error	5.33	18	0		
Total	4108.67	26			

Fuente: elaboración propia

Después de detectar las diferencias entre las variedades de quinua y sus variaciones en los tiempos de cosecha, se realizó la prueba de Tukey con el fin de determinar cuál de las variedades alcanzó de manera más temprana la etapa de cosecha. En la tabla 17 se presenta el resumen de la prueba de Tukey al 5%, del cual podemos afirmar que la variedad INIA 420 – Negra Collana se cosecha a los 116 días, mientras que la variedad INIA 415 – Pasankalla a los 118 días y finalmente la variedad Blanca de Junín a los 143 días.

Tabla 18: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable tiempo de cosecha.

VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	116.33	9	0.38	A		
INIA 415 - PASANKALLA	118.56	9	0.38		B	
JUNIN	143.44	9	0.38			C

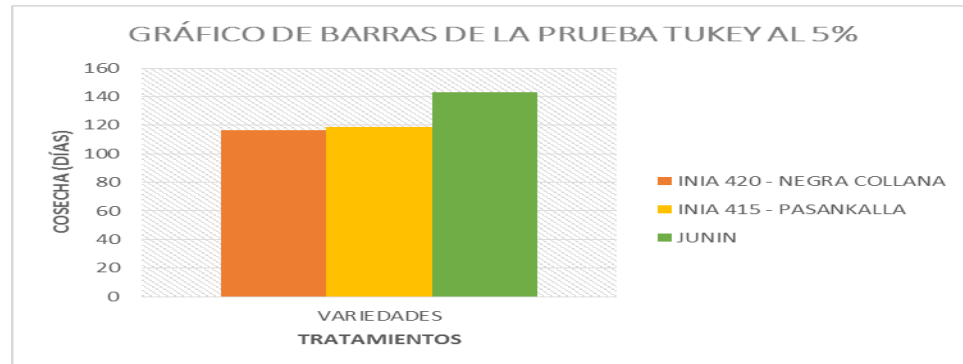
Fuente: elaboración propia

En la figura 22 podemos observar de manera visual lo reportado en el resumen de la tabla 17.

La variedad más temprana para cosechar resulta la INIA 420 – Negra Collana con 116 días, mientras que la variedad más tardía resultó la Blanca de Junín alcanzando un tiempo promedio de 143 días.

Figura 22

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable tiempo de cosecha.



Fuente: elaboración propia

4.2.7. Rendimientos obtenidos por parcela experimental

La muestra para la evaluación final consistió en diez plantas de quinua por tratamiento tomados de los dos surcos principales, la escala de medida fue el gramo.

Posteriormente se realizó el análisis de varianza para comprobar si existe o no diferencias significativas entre las medias poblacionales de los tratamientos evaluados.

En los resultados de la tabla 18, se aprecia que la fila variedad tiene un valor p menor a 0.001 que comparado con el nivel de significancia del 5% resulta inferior, razón por la cual se acepta que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. No obstante no ocurre lo mismo para el caso del tratamiento fertilización y de igual forma para la

interacción variedad – tipo de fertilización; lo cual indica que para ambos casos, no resulta relevante en el rendimiento obtenido.

Adicionalmente el valor porcentual reportado en la tabla nos indica que la variabilidad de las unidades experimentales frente a la aplicación de los tratamientos en estudio (Coeficiente Variabilidad, valor 40.66%) indica que los promedios son casi representativos, es decir, que los datos recolectados son casi homogéneos por cada unidad experimental; como conclusión, podemos afirmar que se realizó un moderado control del error experimental y de los tratamientos del experimento.

Tabla 19: Resultado del Análisis de varianza en la variable rendimientos en granos.

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	F	p - valor
Modelo.	772132.67	10	77213	8	0
REPETICIONES	57848	2	28924	3	0.086
VARIEDAD	618629.56	2	309315	31	0
TIPOS DE FERTILIZACIÓN	25458	2	12729	1	0.31
VARIEDAD*TIPOS DE FERTILIZ..	70197.11	4	17549	2	0.191
Error	161486	16	10093		
Total	933618.67	26			

Fuente: elaboración propia

Sin embargo recurrimos a la prueba de honestidad significativa de Tukey a fin de determinar la superioridad entre los tratamientos estudiados.

Tabla 20: Resultado de la prueba Tukey al 5% en la variable rendimiento en grano del cultivo de quinua

VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E	GRUPOS		
INIA 415 - PASANKALLA	34.67	9	38.19	A		
INIA 420 - NEGRA COLLANA	330.56	9	38.19		B	
JUNIN	376.11	9	38.19		B	

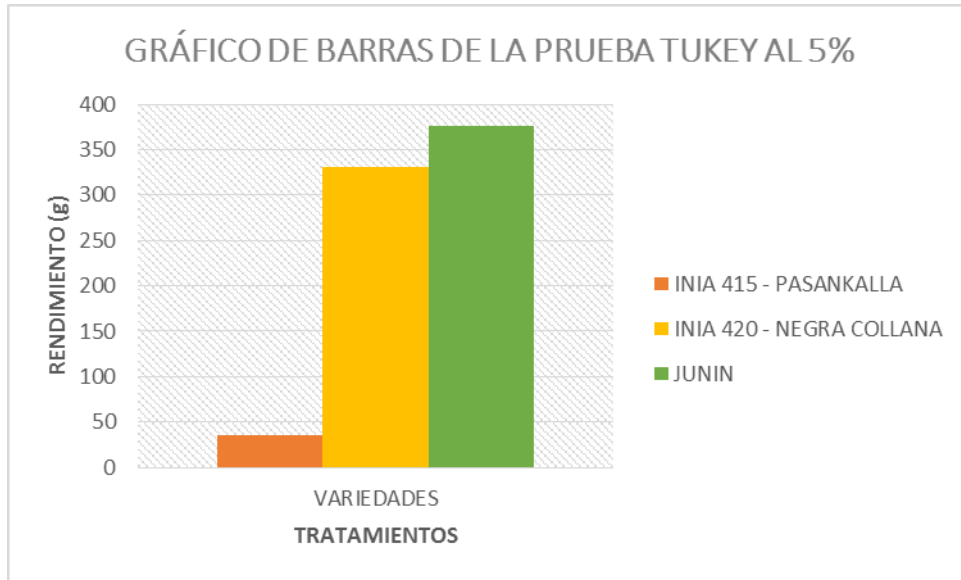
Fuente: elaboración propia

Del resultado de la tabla 19 podemos determinar que el tratamiento que mejores rendimientos por parcela experimental expresados en kilogramo fue: para la variedad Blanca de Junín con 1.48 kilogramos en promedio de quinua por parcela, seguido de la variedad INIA 420 – Negra Collana con peso promedio de 1.32 kilogramos de quinua y finalmente la variedad INIA 415 – Pasankalla con rendimientos promedios de 0.139 kilogramos por parcela.

En la figura 23, se visualiza mejor estas diferencias bien marcadas entre las variedades en estudio.

Figura 23

Resultado de la prueba Tukey representados en gráficos de barra para la variable rendimiento en granos.



Fuente: elaboración propia

Estudios realizados por **Rivero** (1985), **Spehar** y **Santos** (2005) señalan que el rendimiento de grano se relaciona positivamente con la altura de planta, lo cual se confirma en este estudio, ya que la variedad Blanca de Junín fue la que alcanzó un desarrollo mayor (1.47 m) frente a las demás variedades en estudio.

4.3. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA

De acuerdo al análisis de costos de producción realizados por cada variedad, se tiene los siguientes resultados: para el caso de la variedad Blanca de Junín, se observa un costo unitario por kilogramo de quinua de 3.59 soles, con un precio en chacra de 6.50 soles siendo el margen de utilidad de **2.91 soles** mientras que en el caso de la variedad INIA 420 – Negra Collana se tiene un costo unitario por kilogramo de quinua en 4.03 soles y se cotiza en la chacra en 8.00 soles con un margen de ganancia de **3.97 soles** y finalmente la variedad INIA 415 – Pasankalla con costos unitarios por cada kilogramo de quinua en 4.03 soles vendiéndose en chacra a un precio de 6.00 soles con un margen de utilidad de **1.97 soles**. Además en la tabla 20 se observa sus respectivos precios en el mercado.

Tabla 21

Análisis de rentabilidad del rendimiento en grano del cultivo de quinua.

BLANCA DE JUNIN			
precio esperado por kg en chacra	6.50	costo unitario/kg	3.59
total produccion Kg	2061.00	utilidad	2.91
total de ingreso	13396.50	precio en mercado	9.00
total costo de produccion	7398.05		
utilidad	5.998.45		
INIA 420 -NEGRA COLLANA			
precio esperado por kg en chacra	8.00	costo unitario/kg	4.03
total produccion Kg	1836.00	utilidad	3.97
total de ingreso	14.688.00	precio en mercado	15.00
total costo de produccion	7398.05		
utilidad	7289.95		
INIA 415 -PASANKALLA			
precio esperado por kg en chacra	6.00	costo unitario/kg	4.03
total produccion Kg	586.88	utilidad	1,97
total de ingreso	3521.28	precio en mercado	8.00
total costo de produccion	7398.05		
utilidad	-3876.77		

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En la evaluación de las características agronómicas podemos concluir lo siguiente:

- El rendimiento en grano, la variedad más promisoría es la Blanca de Junín, alcanzando rendimientos promedios en 2061 kg/Ha, seguido de INIA 420 – Negra Collana con 1836 kg/Ha. Además podemos afirmar en el presente estudio acerca de la correlación positiva entre altura y peso de biomasa y su influencia en el panojamiento y cuajado de granos; ya que la variedad Blanca de Junín fue la que mayor altura y peso desarrollo a lo largo de su ciclo fenológico.
- La rentabilidad está en función al precio que se cotizo por kilogramo en la chacra. Para nuestro estudio, según los rendimientos obtenidos por cada cultivo, podemos concluir que la variedad Blanca de Junín con un rendimiento esperado de 2061 kg/Ha genero una utilidad neta de 4967.95 soles por campaña; mientras que la variedad INIA 420 – Negra Collana con un rendimiento en grano esperado de 1836 kg/Ha reporta una utilidad de 7289.95 soles por campaña mientras que la variedad INIA 415 – Pasankalla se estiman con una utilidad de – 3876.77 soles (cálculo en función a proyecciones de rendimiento).

5.2.RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar las variedades Blanca de Junín e INIA 415 – Negra Collana, en el sector de Pumaranra, anexo de Kerapata del distrito de Tamburco, por ser las más promisorias tanto en rendimientos como en precocidad.

Se recomienda a la Dirección Regional de Agricultura Apurímac y otras Instituciones similares a promover la siembra de la variedad Blanca de Junín e INIA 415 – Negra Collana, en las distintas localidades de la provincia de Abancay.

BIBLIOGRAFÍA

- Apaza Mamani, Vidal; Rodríguez, David; Mujica, Ángel. Y Cahuana, Alipio. (2006). *Producción de Quinoa de Calidad*. Perú: Estación Experimental Illpa - Puno.
- Bois, J. F., Lhomme, J. P. y Winkel, T. (2006). *Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing*. European Journal of Agronomy. Vol.25, Páginas: 299 -308.
- Bonifacio Alvarado, Angel. (2003). *Chenopodium Sp.: Genetic Resources, Ethnobotany and Geographic Distribution*. Food Reviews Interntional. New York. Vol. 19, N° 1 y 2. Páginas: 1 – 7.
- Calla Calla, Jael. (2012). *Manual técnico: Manejo de cultivos de quinua*. Lima: Agrobanco.
- Cárdenas, Martin. (1944). *Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* de Bolivia*. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba Vol. 2, N° 2. Bolivia: Cochabamba.
- Castillo Fernández, Hernán y Castellví Ramírez, **armando**. (1996). *Agrometeorología*. Ediciones mundi-prensa Madrid, España. 517 páginas.
- Dizes, Josué; Bonifacio Alvarado, Ángel. (1992). *Estudio en microscopia electrónica de la morfología de los órganos de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* A.) en relación con la resistencia a la sequía*. La Paz – Bolivia: Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos.
- Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo. (2012). *Manejo del cultivos de la quinua*. Perú: INIA.
- Gandarillas, Herminio. (1968). *Caracteres botánicos más importantes para la clasificación de la quinua*. Puno: Anales de la Primera convención de Quenopodiáceas quinua - cañahua.

- Gandarillas, Herminio. (1979). *Genética y origen: Cultivos andinos*. Bogotá - Colombia: CIID, Oficina Regional para América Latina.
- Hoyos García, dubián; Morales Osorio, Juan Gonzalo; Montoya Ríos, Ana Paola (2012). *Growing Degree Days Accumulation in a Cucumber (Cucumis sativus L.)*. Crop Grown in an Aeroponic Production Model. Revista Facultad Nacional de Agronomía. Medellín – Colombia.
- INIA. (2006). *Quinoa INIA 415 – Pasankalla*. Perú: Ministerio de Agricultura.
- INIA. (2013). *Quinoa INIA 420 – Negra Collana*. Perú: Ministerio de Agricultura.
- Jarma, A.; Cardona, C. y Araméndiz, H. Junio – 2012. *Effect of climate change on the physiology of crop plants: a review*. Revista U.D.C.A. Actualidad & divulgación científica. Bogotá, Colombia. Vol.15. N° 1. Páginas: 63 – 76.
- León, Juvenal. Setiembre (2003). *Cultivo de Quinoa en Puno – Perú*. Descripción, manejo y producción. UNA. Puno –Perú. 62 páginas.
- Lescano, jose luis. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinoa, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca*. Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU.
- McMaster, Gregory, S. and Wilhelm, W. (1997). *Growing degree-days: one equation, two interpretations*. Publications from USDA- Agricultural Research Service, University of Nebraska - Lincoln /Faculty. Paper 83.
- Mujica, Ángel. (1983). *Selección de variedades de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) en Chapingo*. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias. México: Colegio de Postgraduados.
- Mujica, Ángel. (1992). *Granos y leguminosas andinas: cultivos marginados*. Roma: Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.
- Mujica, Ángel (2001). *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro*. Capítulo II: Agronomía del Cultivo de la Quinoa. FAO. Santiago – Chile.

- Quillatupa, Rolando. (2009). *Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en condiciones de la Molina*. Lima – Perú.
- Rivera, Ricardo, 1995. *Cultivos Andinos en el Perú. Investigaciones y Perspectivas de su Desarrollo*. Editorial Minerva. Lima, Perú. 417 p.
- Rivero, Leonel. (1985). *Efecto del distanciamiento entre surcos y entre plantas sobre el rendimiento y otros caracteres de dos ecotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada*. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. UNALM. Lima, Perú.
- Rojas, Walter. (2003). *Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm*. Food Reviews International. Vol. 19.
- Salazar Hinostroza, Saul. (1994). *Comparativa de la fenología de 20 genotipos de Quinua (Chenopodium quinoa Wild) en condiciones del callejón de Huaylas*. UNALM. Lima – Perú.
- Sánchez Bravo, Fernando. (2013). *Proyecto de factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua*. Perú: Sierra Exportadora.
- Sanchez Llanos, María del Pilar. (2014). *Cultivo de la quinua en Ancash*. Perú: Dirección Regional de Agricultura.
- Saravia Plata, Raúl (2014). *Plagas y enfermedades del cultivo de quinua*. Cochabamba – Bolivia: Fundación PROINPA.
- Sesan. (2013). (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional) *Investigación sobre el cultivo de la quinua o quinoa*. Guatemala: Gobierno de Guatemala.
- Spehar, C. L. y Santos R., Lorena de Barros. (2005). *Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah*. Notas Científicas. Pesquisa. Agropecuaria brasileira. Brasilia, Brasil. Vol. 40. N° 6. Páginas: 609 – 612.

- Tapia Mejía, Eduardo. (1979). *La quinua y la Kañiwa. Cultivos Andinos*. Bogotá: Editorial IICA.
- Tapia Mejía, Mario. (1990). *Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Chile: Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe.
- Tapia Mejía, Fernández. (2003). *Tesis para optar el grado de Magister Scientiae “Influencia de dos tecnologías de cultivo en la producción de quinua (Chenopodium quinoa Will) en Costa.”* UNALM. Lima – Perú. 113 páginas.
- Tapia mejía , Mario.; Frías, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Perú: ANPE – FAO.
- Tineo Bermúdez, Alex. (2012). *Manual de nutrición y fertilización de la quinua*. Ayacucho: CARE – Perú.
- UC IPM. Disponible en:
<http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddconcepts.html>. Revisado el 29 de enero del 2016.
- Vilca Vives, Julio; Carrasco Aquino, Guillermo. (2013). *Manejo integrado en el cultivos de quinua*. Lima: UNALM.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis de suelos de la zona de estudio



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

Dirección : Av. Perú N° 700 - Abancay Teléfono : 321559 Cel. RPM #983679790 Email utea.labocat.suelos.agro@gmail.com

RESULTADO DE ANÁLISIS N°100-2015-UTEA-FI-EPA-LASA (FISICO-QUIMICO DE SUELOS)

DATOS GENERALES

NOMBRE: NILO CERVANTES CHIPA	Recibo N°0822973(17-11-2015)
DEPARTAMENTO : APURIMAC	
PROVINCIA: ABANCAY	Muestra N°01
DISTRITO: TAMBURCO	IDENTIF. USUARIO:
CÓMUNIDAD:	
SECTOR: KERAPATA - PUMARANRA	FECHA DE MUESTREO: 16-11-2015
CULTIVO:	

RESULTADOS

PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	INTERPRETACIÓN
ANÁLISIS FÍSICO			
Arena	%	38	
Limo	%	24	
Arcilla	%	38	
Clase textural			FRANCO ARCILLOSO
ANÁLISIS QUÍMICO			
pH		6.6	Neutro
C.E.	mS/cm	0.290	Normal
TDS	ppm	144	Normal
Nitrógeno NO ₃ -N	ppm	38	Alto
Fósforo P ₂ O ₅	ppm	3.3	Bajo
Potasio K ₂ O	ppm	118	Medio
Ca+Mg	Meq/100g	----	
CIC Estimado	Meq/100g	---	---

Abancay, 24 de noviembre 2,015

Ing. Rosa Patricia Villacorta MORALES
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS Y AGUAS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

Anexo 2. Costos de Producción de Quinua Blanca de Junín.

ANÁLISIS DE COSTO DE PRODUCCIÓN DE QUINUA

Costo de producción cultivo: **Quinua** **NIVEL TECNOLÓGICO MEDIO**
 Variedad: **Blanca Junín**
 Zona: **Pumaranra**
 Extensión: **1 ha**
 Sistema de Riego: **Lluvia-Riego**
 Tipo de explotación: **Mixta**
 Nivel de fertilización: **80 - 60 - 60**

Costos Directos	unidad de Medida	Cantidad / ha	Costo Unitario s/.	Costo Total s/.
Insumos				
Semilla	kg.	10.00	15.00	150.00
Fertilizantes				
Guano de isla	Sacos	16.00	50.00	800.00
				-
Abono Foliar				
Orgaphos	Lt.	3.00	32.00	96.00
Kalifol plus	Lt.	1.00	45.00	45.00
Frutigen	Lt.	2.00	52.00	104.00
Biol	Lt.	10.00	4.00	40.00
Desinfectantes				
Trobax	Lt.	0.25	98.00	24.50
Fungicidas				
Azufre	kg.	2.00	15.00	30.00
Sulfato de cobre	kg.	2.00	20.00	40.00
Cal Hidratada	kg.	2.00	2.50	5.00
Agrotin (adherente)	Lt.	1.00	28.00	28.00
Insecticidas				
Rotenol	Lts.	1.00	120.00	120.00
Maquinaria Agrícola				
Aradura(rastra 1hora) y nivelacion	horas/máquina	4.00	60.00	240.00
Surcado		2.00	60.00	120.00
Mano de Obra Preparación de terreno				
Preparación de Terreno (cantoneo)	jornal	4.00	50.00	200.00
Labores Culturales				
				-
Limpieza	jornal	1.00	50.00	50.00
Siembra	jornal	3.00	50.00	150.00
Abonamiento	jornal	4.00	50.00	200.00
1er deshierbo	jornal	14.00	50.00	700.00
Raleo	jornal	8.00	50.00	400.00
2do deshierbo	jornal	12.00	50.00	600.00
Aporque	jornal	6.00	50.00	300.00
Control Fitosanitarios	jornal	3.00	50.00	150.00
Riegos	jornal	2.00	50.00	100.00
Cosecha y post cosecha				
Cosecha	jornal	9.00	50.00	450.00
selección	jornal	1.00	50.00	50.00
Post cosecha	jornal	15.00	50.00	750.00
Agua				
Agua	Global	4.00	2.00	8.00
Otros gastos				
Alquiler de terreno	Has	1.00	500.00	500.00
Alquiler mochila	Día	3.00	15.00	45.00
Fletes	Global	2.00	100.00	200.00
Costales	Unidad	30.00	1.00	30.00
Total costos Directos				6,725.50
Costos Indirectos				
Asistencia Técnica	5%	1.00	336.28	336.28
Gastos administrativos	5%	1.00	336.28	336.28
Total costos Indirectos				672.55
Costo Total de Producción				7,398.05

Anexo 3. Costos de Producción de Quinua INIA 420 – Negra Collana.

ANÁLISIS DE COSTO DE PRODUCCIÓN DE QUINUA

Costo de producción cultivo: **Quinua** **NIVEL TECNOLÓGICO MEDIO**
 Variedad **INIA 420 - NEGRA COLLANA**
 Zona **Pumaranra**
 Extención: **1 ha**

Sistema de Riego: **Lluvia-Riego**
 Tipo de explotación: **Mixta**
 Nivel de fertilización **80 - 60 - 60**

Costos Directos	unidad de Medida	Cantidad / ha	Costo Unitario s/.	Costo Total s/.
Insumos				
Semilla	kg.	10.00	15.00	150.00
Fertilizantes				
Guano de isla	Sacos	16.00	50.00	800.00
				-
Abono Foliar				
Orgaphos	Lt.	3.00	32.00	96.00
Kalifol plus	Lt.	1.00	45.00	45.00
Frutigen	Lt.	2.00	52.00	104.00
Biol	Lt.	10.00	4.00	40.00
Desinfectantes				
Trobax	Lt.	0.25	98.00	24.50
Fungicidas				
Azufre	kg.	2.00	15.00	30.00
Sulfato de cobre	kg.	2.00	20.00	40.00
Cal Hidratada	kg.	2.00	2.50	5.00
Agrotin (adherente)	Lt.	1.00	28.00	28.00
Insecticidas				
Rotenol	Lts.	1.00	120.00	120.00
Maquinaria Agrícola				
Aradura(rastra 1hora) y nivelacion	horas/maquinaria	4.00	60.00	240.00
Surcado		2.00	60.00	120.00
Mano de Obra Preparación de terreno				
Preparación de Terreno (cantoneo)	jornal	4.00	50.00	200.00
Labores Culturales				
				-
Limpieza	jornal	1.00	50.00	50.00
Siembra	jornal	3.00	50.00	150.00
Abonamiento	jornal	4.00	50.00	200.00
1er deshiervo	jornal	14.00	50.00	700.00
Raleo	jornal	8.00	50.00	400.00
2do deshiervo	jornal	12.00	50.00	600.00
Aporque	jornal	6.00	50.00	300.00
Control Fitosanitarios	jornal	3.00	50.00	150.00
Riegos	jornal	2.00	50.00	100.00
Cosecha y post cosecha				
Cosecha	jornal	9.00	50.00	450.00
selección	jornal	1.00	50.00	50.00
Post cosecha	jornal	15.00	50.00	750.00
Agua				
Agua	Global	4.00	2.00	8.00
Otros gastos				
Alquiler de terreno	Has	1.00	500.00	500.00
Alquiler mochila	Día	3.00	15.00	45.00
Fletes	Global	2.00	100.00	200.00
Costales	Unidad	30.00	1.00	30.00
Total costos Directos				6,725.50
Costos Indirectos				
Asistencia Técnica	5%	1.00	336.28	336.28
Gastos administrativos	5%	1.00	336.28	336.28
Total costos Indirectos				672.55
Costo Total de Producción				7,398.05

Anexo 4. Costos de Producción de Quinua INIA 415 – Pasankalla.

ANÁLISIS DE COSTO DE PRODUCCIÓN DE QUINUA

Costo de producción cultivo: **Quinua** **NIVEL TECNOLÓGICO MEDIO**
 Variedad **INIA 415 - PASANKALLA**
 Zona **Pumaranra**
 Extensión: **1 ha**

Sistema de Riego: **Lluvia-Riego**
 Tipo de explotación: **Mixta**
 Nivel de fertilización **80 - 60 - 60**

Costos Directos	unidad de Medida	Cantidad / ha	Costo Unitario s/.	Costo Total s/.
Insumos				
Semilla	kg.	10.00	15.00	150.00
Fertilizantes				
Guano de isla	Sacos	16.00	50.00	800.00
				-
Abono Foliar				
Orgaphos	Lt.	3.00	32.00	96.00
Kalifol plus	Lt.	1.00	45.00	45.00
Frutigen	Lt.	2.00	52.00	104.00
Biol	Lt.	10.00	4.00	40.00
Desinfectantes				
Trobax	Lt.	0.25	98.00	24.50
Fungicidas				
Azufre	kg.	2.00	15.00	30.00
Sulfato de cobre	kg.	2.00	20.00	40.00
Cal Hidratada	kg.	2.00	2.50	5.00
Agrotin (adherente)	Lt.	1.00	28.00	28.00
Insecticidas				
Rotenol	Lts.	1.00	120.00	120.00
Maquinaria Agrícola				
Aradura(rastra 1hora) y nivelacion	horas/maquinaria	4.00	60.00	240.00
Surcado		2.00	60.00	120.00
Mano de Obra Preparación de terreno				
Preparación de Terreno (cantoneo)	jornal	4.00	50.00	200.00
Labores Culturales				
				-
Limpieza	jornal	1.00	50.00	50.00
Siembra	jornal	3.00	50.00	150.00
Abonamiento	jornal	4.00	50.00	200.00
1er deshiervo	jornal	14.00	50.00	700.00
Raleo	jornal	8.00	50.00	400.00
2do deshiervo	jornal	12.00	50.00	600.00
Aporque	jornal	6.00	50.00	300.00
Control Fitosanitarios	jornal	3.00	50.00	150.00
Riegos	jornal	2.00	50.00	100.00
Cosecha y post cosecha				
Cosecha	jornal	9.00	50.00	450.00
selección	jornal	1.00	50.00	50.00
Post cosecha	jornal	15.00	50.00	750.00
Agua				
Agua	Global	4.00	2.00	8.00
Otros gastos				
Alquiler de terreno	Has	1.00	500.00	500.00
Alquiler mochila	Día	3.00	15.00	45.00
Fletes	Global	2.00	100.00	200.00
Costales	Unidad	30.00	1.00	30.00
Total costos Directos				6,725.50
Costos Indirectos				
Asistencia Técnica	5%	1.00	336.28	336.28
Gastos administrativos	5%	1.00	336.28	336.28
Total costos Indirectos				672.55
Costo Total de Produccion				7,398.05

Fotografía N°1

Preparación del terreno.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°02

Germinación de las plántulas de quinua bajo estudio.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°03

Desarrollo de la parte aérea del cultivo de quinua.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°04

Monitoreo del cultivo de quinua.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°05

Control contra aves a fin de evitar ataques a las panojas.



Fuente : recopilación propia

Fotografía N°06

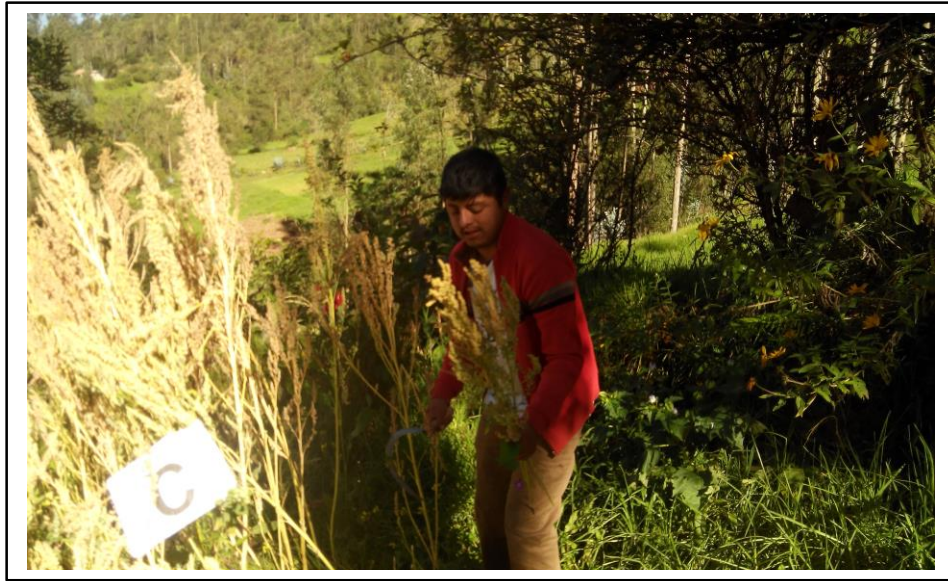
Evaluación de la floración de quinua.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°07

Etapa de cosecha.



Fuente: elaboración propia

Fotografía N°08

Ensacado de la biomasa por cada variedad de quinua.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°09

Tratamiento pos cosecha para el secado correcto de los granos.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°10

Pesado de los granos por cada variedad estudiada.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°11

Pesado de la biomasa por cada tratamiento evaluado.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°12

Registrando el peso de la biomasa de cultivos de quinua.



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°13

Visita del Asesor de Tesis, recorrido del campo experimental



Fuente: recopilación propia

Fotografía N°14.

Asesor de tesis brindando algunas indicaciones.



Fuente: recopilación propia