

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd). Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Wilber Barrientos Flores**

**ASESOR:
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**

**Ayacucho - Perú
2023**

Con mucho cariño para mis Padres Fabio (QEDDG) e Ysabel, por el apoyo incondicional y el sacrificio que mostraron por mi desarrollo como persona y como profesional.

A mis hermanos Fredy, Sonia, Ulises, Beltran, Roger, Hayde y Rossbel; por su apoyo constante.

A mis amigos y a todos los que puedan apoyarme y ayudarme a lograr mis sueños y lograr mi meta de convertirme en un profesional.

Wilber...

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi Alma Mater.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Agronomía por su contribución en mi formación profesional.

A los Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes me brindaron sus sabias enseñanzas y sus experiencias e hicieron de mí una buena persona.

Al M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo quien con su apoyo incondicional contribuyó para la materialización de mi trabajo de investigación.

Siempre estaré agradecido con mis padres y mis hermanos que hicieron grandes sacrificios para el logro de mi profesión.

Asimismo, quisiera agradecer a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración incondicional en las diversas fases del desarrollo de mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	4
1.1. Taxonomía de la quinua.....	4
1.2. Importancia nutritiva de la quinua	4
1.3. Morfología de la quinua.....	5
1.3.1. Planta.....	5
1.3.2. Raíz	6
1.3.3. Tallo	6
1.3.4. Hojas	6
1.3.5. Inflorescencia	7
1.3.6. Flores.....	7
1.3.7. Fruto.....	7
1.3.8. Semilla	7
1.4. Fases fenológicas de la planta de quinua	8
1.4.1. Emergencia.....	8
1.4.2. Dos hojas verdaderas	9
1.4.3. Cuatro hojas verdaderas	9
1.4.4. Seis hojas verdaderas	9
1.4.5. Ramificación	9
1.4.6. Inicio de panojamiento.....	9
1.4.7. Panojamiento.....	10
1.4.8. Inicio de floración	10
1.4.9. Floración o antesis	10
1.4.10. Grano lechoso	10

1.4.11. Grano pastoso.....	10
1.4.12. Madurez fisiológica.....	11
1.5. Variedades de quinua	11
1.5.1. INIA 415 – Pasankalla	11
1.5.2. INIA 420 – Negra Collana	11
1.5.3. Quinua CCoitu	12
1.6. Condiciones agroecológicas del cultivo de quinua	12
1.6.1. Luz Solar	12
1.6.2. Precipitación.....	12
1.6.3. Altitud	12
1.6.4. Temperatura	12
1.7. Aspectos de manejo del cultivo de quinua.....	13
1.7.1. La preparación de suelo	13
1.7.2. La siembra.....	13
1.7.3. Abonamiento.....	14
1.7.4. Labores de cultivo.....	14
1.7.5. Cosecha	15
1.8. Formas de siembra en quinua.....	16
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	23
2.1. Ubicación del experimento	23
2.2. Antecedentes del campo experimental.....	23
2.3. Características del suelo.....	23
2.4. Condiciones climáticas	24
2.5. Factores estudiados	27
2.5.1. Formas de siembra (M).....	27
2.5.2. Variedades de Quinua (V).....	27
2.6. Descripción de los tratamientos	27
2.7. Diseño experimental y análisis estadístico.....	27
2.8. Características del campo experimental.....	28
2.8.1. Parcelas	28
2.8.2. Bloques.....	28
2.8.3. Experimento	28
2.9. Croquis del campo experimental.....	29

2.10. Instalación y conducción del experimento.....	29
2.10.1. Preparación del terreno	29
2.10.2. Demarcación y estacado del campo experimental	29
2.10.3. Fertilización	29
2.10.4. Siembra	30
2.10.5. Riegos.....	30
2.10.6. Control de malezas.....	30
2.10.7. Raleo	30
2.10.8. Aporque.....	30
2.10.9. Control fitosanitario	30
2.10.10. Cosecha.....	31
2.11. Variables evaluadas.....	31
2.11.1. Variables de precocidad	31
2.11.2. Variables de productividad	31
2.11.3. Merito económico de los tratamientos estudiados	32
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1. De la madurez fisiológica	33
3.2. De la altura de planta	34
3.3. De la longitud de panoja	35
3.4. Del rendimiento de granos	36
3.5. Del mérito económico de los tratamientos estudiados.....	38
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Valor nutricional de la quinua	5
Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo del terreno experimental. Canaán 2750 msnm. Ayacucho, 2015	24
Tabla 2.2. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009 - 2016 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) – Ayacucho	25
Tabla 2.3. Tratamientos y descripción de los factores estudiados	27
Tabla 3.1. Promedio de días a madurez fisiológica de cuatro variedades de quinua en promedio de formas de siembra. Canaán	33
Tabla 3.2. Promedio de días a madurez fisiológica de formas de siembra de quinua en promedio de variedades. Canaán	33
Tabla 3.3. Análisis de la Varianza de altura de planta de cuatro variedades de quinua en dos formas de siembra. Canaán	34
Tabla 3.4. Prueba de Duncan de altura de planta de cuatro variedades de quinua en promedio de formas de siembra	35
Tabla 3.5. Análisis de la Varianza de longitud de panoja de cuatro variedades de quinua en dos formas de siembra. Canaán	35
Tabla 3.6. Prueba de Duncan de longitud de panoja de cuatro variedades de quinua en promedio de formas de siembra	36
Tabla 3.7. Análisis de la Varianza del Rendimiento de granos de cuatro variedades de quinua en dos formas de siembra. Canaán	37
Tabla 3.8. Prueba de Duncan de los efectos simples de rendimiento de granos de variedades de quinua en formas de siembra. Canaán.....	38
Tabla 3.9. Prueba de Duncan de los efectos simples de rendimiento de granos de formas de siembra en variedades de quinua. Canaán.....	38
Tabla 3.10. Mérito económico de las combinaciones de formas de siembra y variedades de quinua. Canaan-2016.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009-2016 de la Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) - Ayacucho	26
Figura 2.2. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos en las unidades experimentales	29

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos promedios para el procesamiento estadístico.....	46
Anexo 2. Panel fotográfico	47

RESUMEN

El experimento se condujo en el Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH, ubicado en el distrito de San Juan Bautista – Ayacucho, a 2750 msnm, entre junio de 2015 a enero de 2016, para determinar la influencia de la forma de siembra: chorro continuo y golpes en el rendimiento de cuatro variedades de quinua: Ccoitu, Negra Ccollana, Pasankalla y Choclito. Se utilizó la densidad de siembra de 10 kg ha⁻¹ de semilla. El diseño estadístico utilizado fue el Bloque Completo Randomizado, con arreglo factorial de 2 F x 4 V, 8 tratamientos y 3 bloques. Los datos recogidos se sometieron al análisis de variancia y la prueba de contraste de Duncan. Los caracteres evaluados fueron: madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, rendimiento de grano y mérito económico de los tratamientos. Se concluye que: La madurez fisiológica de la quinua de las variedades estudiadas ocurre entre los 191 y 165 días. La altura de planta alcanzado por las variedades Ccoitu, Negra Ccollana, Choclito y Pasankalla en promedio de las formas de siembra se encuentra en el rango de 132.33 y 106.90 cm. La longitud de panoja se encuentra en el rango de 60.10 y 43.93 cm. El rendimiento de granos de quinua está influido por la interacción variedad x forma de siembra, siendo el rango de 296.83 a 2262.74 kg ha⁻¹. El mayor mérito económico se alcanzó con la forma de siembra a chorro continuo con la variedad Choclito, con 184%.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa* Willd, formas de siembra y variedades.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano que se cultiva ampliamente en los Andes, desde Colombia hasta el norte de Argentina, crece desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm y se adapta a climas secos y fríos.

En el Perú y algunas regiones andinas, la quinua forma la base de la dieta de las poblaciones rurales, y su importancia en la nutrición humana radica en que es una de las pocas especies vegetales con alto contenido proteico y su valor biológico en los granos. Equilibrio adecuado del contenido de lisina y aminoácidos esenciales comparable a las proteínas de origen animal. Su valor económico radica en el precio de kilo mayor que el de los cereales y tuberosas y sus posibilidades de exportación. Pese a su importancia nutritiva y económica, la productividad de la quinua sigue siendo baja; podríamos nombrar entre las causas, falta de un manejo adecuado del cultivo, presencia de malezas, plagas y enfermedades, condiciones climáticas y edáficas inadecuadas, problemas en la cosecha y pos cosecha, entre otros.

Según MINAG (2014) la superficie cultivada a nivel nacional es de 68,000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1 200 kg ha⁻¹ y una producción total de 114 300 t. Para el año 2016, el mayor volumen corresponde al departamento de Puno con 44.4 %, mientras que el departamento de Ayacucho representa 21 % de volumen nacional. Dentro del departamento de Ayacucho, Huamanga tiene el 41.5 % y Cangallo con 20.8 %. El rendimiento promedio de Ayacucho es 1400 kg ha⁻¹ (MINAGRI, 2016)

La producción de quinua en el Perú muestra un incremento; este crecimiento se debe a la exportación y aumento del consumo de este importante grano andino.

El Perú tiene problemas graves de pobreza y desnutrición que puede reducir mejorado la atención del gobierno a los sectores más vulnerables e incorporando la quinua en la

alimentación de los niños y la población en general, para lo cual es necesario incrementar la producción y productividad de quinua; una estrategia es revalorar este grano andino, desde el punto de vista nutritivo y mejorar la tecnología y áreas de cultivo para incrementar la producción.

Tomando en cuenta lo señalado, se busca contribuir en el mejoramiento de la productividad mediante la adopción de una forma de siembra adecuada y elección de una variedad mejorada de quinua entre las cuales se encuentran: Choclito, Negra Ccollana y Pasankalla, que poseen buenas características de precocidad, rendimiento y calidad y aceptación por los consumidores y exportadores.

Para contribuir en la mejora del cultivo de quinua se planteó la investigación con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de la forma de siembra y variedades en el rendimiento de grano del cultivo de quinua en Canaán, Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de la forma de siembra en el rendimiento de granos de quinua.
2. Determinar la influencia de la variedad de quinua en el rendimiento de granos de quinua.
3. Determinar el mérito económico de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. TAXONOMÍA DE LA QUINUA

Apaza (2013) ha propuesto la siguiente clasificación:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerogama
Clase	: Dicotiledonea
Sub clase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiaceae
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: Chenopodia
Sub sección	: Celulata
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willdenow

1.2. IMPORTANCIA NUTRITIVA DE LA QUINUA

FAO (2019) menciona que “La quinua se ha considerado un importante cultivo alimentario en los Andes de América del Sur durante siglos. Sus granos son densos en nutrientes, contienen grandes cantidades de proteínas y compuestos bioactivos, y superan a los granos convencionales en valor biológico. De esta forma, la quinua es un alimento balanceado para la nutrición con una variedad de propiedades funcionales atribuibles a sus actividades antioxidante, antiinflamatoria, inmunomoduladora y anticancerígena, entre otras, reduciendo los elementos peligrosos de padecer enfermedades crónicas”.

El valor nutricional de la quinua se ha reconocido básicamente porque contiene proteínas de alta calidad, especialmente ricas en aminoácidos esenciales, es baja en carbohidratos y tiene un índice glucémico bajo. En general, su nutrición y función se comparan con los granos como los cereales: maíz, avena, trigo y arroz.

De acuerdo al estudio de laboratorio y exámenes realizados por el Departamento de Agricultura de los E.E.U.U y el Servicio de Investigación Agrícola (USDA) en 2013, el contenido nutricional de la quinua es el siguiente:

Tabla 1.1. Valor nutricional de la quinua

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g
<i>Agua</i>	G	13,28
<i>Energía</i>	Kcal	368
<i>Energía</i>	KJ	1539
<i>Proteína</i>	g	14,12
<i>Lípidos Totales (grasa)</i>	g	6,07
<i>Cenizas</i>	g	2,38
<i>Carbohidratos por diferencia</i>	g	64,16
<i>Fibra total dietaria</i>	g	7,00
<i>Almidón</i>	g	52,22
<i>Calcio, Ca</i>	mg	47,00
<i>Fierro, Fe</i>	mg	4,57
<i>Magnesio, Mg</i>	mg	197,00
<i>Fósforo, P</i>	mg	457,00
<i>Potasio, K</i>	mg	563,00
<i>Sodio, Na</i>	mg	5,00
<i>Zinc, Zn</i>	mg	3,10
<i>Cobre, cu</i>	mg	0,59
<i>Manganeso, Mn</i>	mg	2033,00
<i>Selenio, Se</i>	µg	8,50

1.3. MORFOLOGÍA DE LA QUINUA

Para Mujica (1997) es una hierba anual con una extensa distribución geográfica y exhibe particularidades morfológicas únicas, color y conducta en varias regiones agroecológicas donde se cultiva.

1.3.1. Planta

Según Mujica (1997) “las plantas se mantienen erguidas, con alturas que van desde los 30 cm hasta los 250 cm, dependiendo del tipo de quinua, genotipo, condiciones ambientales en que se cultiva y fertilidad del suelo; las plantas de los valles son más altas que las plantas a más de 4000 msnm y del frío Las plantas de la región alcanzan su mayor altura en las zonas cálidas y fértiles, su color varía según el genotipo y el estado fenológico, se clasifica como planta C3”.

1.3.2. Raíz

Para Mujica (1997) “las raíces son arremolinadas, vigorosas, profundas, bastante ramificadas y fibrosas, lo que puede hacerlas resistentes a la sequía y buena estabilidad de la planta, la raíz principal se distingue sencillamente de la gran cantidad de raíces secundarias, aunque esta parece ser una gran cabeza, que se origina en el pericráneo, el color varía con el tipo de suelo en el que crece, la radícula es la primera en alargarse cuando germina, la radícula sigue creciendo y genera raíces, alcanzando una profundidad de 1,80 m en condiciones secas, también hay elongación lateral, diferentes raíces o pelos absorbentes de agua, diferentes raíces primarias y raíces secundarias, numerosas en número, que se originan en anillos periféricos”.

1.3.3. Tallo

Mujica (1997) señala que “el tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y está angulado a las ramas, debido a que las hojas son alternas dando una proporción especial, el grosor del tallo también es variable, siendo más grande en la base que en la punta, dependiendo del genotipo y de la región donde crece, existen genotipos muy ramificados (quinua a nivel del mar), incluso desde la base (quinua a nivel del mar) y otros de tallo único (quinua en meseta), y genotipos intermedios, dependiendo de la genotipo, densidad de siembra y aporte de nutrientes”.

1.3.4. Hojas

Mujica (1993) señala que “las hojas alternas, formadas por pecíolos y hojas, pecíolos largos y delgados con surcos en la parte superior, de longitud variable dentro de la misma planta, hojas polimórficas en la misma planta, rómbicas, de forma triangular o lanceolada, planas u onduladas, ligeramente gruesas, blandas pulpa, con cristales de oxalato de calcio arriba y abajo, roja, morada o cristalina, altamente higroscópica, captura la humedad atmosférica en la noche, controla el exceso de sudor debido a la humectación celular y refleja la luz, reduciendo la radiación directa a las hojas, evitando el sobrecalentamiento, mostrando aserrado, aserrado o bordes lisos, variando el número de dientes con genotipo, desde unos pocos hasta casi 25, las hojas varían en tamaño, la parte inferior es grande, romboidal, triangular, la parte superior es pequeña y lanceolada, a menudo sobresaliendo fuera de la inflorescencia. El color de las hojas varía mucho, de verde al rojo, en diferentes tonalidades, y pueden llegar a medir 15 cm de largo y 12 cm de ancho, y tiene unas

nervaduras muy marcadas y fácilmente visibles que emergen del pecíolo, generalmente tres. Algunos genotipos tienen más hojas, mientras que otros tienen menos hojas”.

1.3.5. Inflorescencia

Para Apaza (2005) son panículas típicas que consisten en ejes central, secundario y terciario que sostienen los glomérulos (racimos florales). Las panículas miden entre 29 y 55 cm de largo y de 6 a 12.7 cm de diámetro. El peso de las panojas puede alcanzar de 91, 10 a 114 gramos, incluido el grano. Cuando el glomérulo nace del segundo eje, la panícula es un glomérulo; en el tipo intermedio los glomérulos tienen una forma entre rectangular y redondeado. La longitud de los ejes secundarios y terciarios determina si la panícula es laxa, intermedia o compacta.

1.3.6. Flores

Apaza y Delgado (2005) describe que no tienen pétalos, pueden ser hermafroditas (pistilos y estambres), situadas en la parte de arriba del glomérulo. Pistilo (femenino), ubicado abajo del glomérulo, masculino estéril (pistilo y estambre estériles). Los tres tipos pueden aparecer en la misma planta. Generalmente, el cáliz de la flor tiene cinco sépalos, el estigma central del pistilo tiene dos o tres ramas del estigma y la flor de cuatro ovarios tiene 3, 4, 6 y 7 estambres.

1.3.7. Fruto

Para Mujica (1993) es un aquenio, con origen en la cámara superior unicameral y dorsocentralmente simétrico, de forma lenticular, ligeramente ensanchado hacia el centro, se observan cicatrices en la región ventral del aquenio, es decir, la inserción del fruto en el receptáculo está hecha de una membrana externa que rodea completamente la semilla Compuesta y contiene una sola semilla de diferentes colores, de 1,5 a 4 mm de diámetro, que se desprende fácilmente en la madurez fisiológica, y en algunos casos puede permanecer adherida al grano durante largos períodos de tiempo incluido luego de la trilla, lo que dificulta la selección.

1.3.8. Semilla

Mujica (1993) señala que una semilla tiene tres partes diferenciadas: ectodermo, embrión y ectodermo. El ectodermo consta de cuatro capas: la capa externa tiene una superficie rugosa y quebradiza que se desprende cómodamente al ser frotada, en la cual se ubican

las saponinas, la segunda capa es muy delgada y lisa, y solo se puede observar cuando la capa externa es translúcida, y la tercera capa es amarilla, la cuarta capa es translúcida. El embrión se compone por dos cotiledones y una radícula, que es el 30% del volumen total de la semilla que rodea al ectodermo. Las radículas muestran una pigmentación de color marrón oscuro. El endospermo es el principal tejido de almacenamiento, compuesto esencialmente por gránulos de almidón, de color blanquecino, que representan casi el 60% de la superficie de la semilla, células grandes, más grandes que el endospermo, de forma poligonal, con paredes delgadas.

1.4. FASES FENOLÓGICAS DE LA PLANTA DE QUINUA

León (2003) considera que “la duración de la fase fenológica depende en gran medida de los elementos del ambiente que se presentan en cada actividad agrícola, los cuales pueden determinar los cambios que se presentan durante su desarrollo”.

Para Apaza (2005) “las etapas fenológicas consisten en el surgimiento de diferentes etapas vegetativas, cuya continuidad constituye el crecimiento y desarrollo de las plantas en sus ciclos biológicos. La quinua tiene un ciclo biológico de 150 a 180 días, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales”. Durante el crecimiento de la mata, tanto el genotipo como el ambiente influyen.

Mujica y Cahuana (1989) explica que la quinua presenta estados fenológicos distintos y distinguibles que permiten identificar las transformaciones que suceden en el desarrollo de la mata, se han identificado estos estados fenológicos.

1.4.1. Emergencia

Según León (2003) “es cuando la plántula emerge del suelo y extiende sus cotiledones, y la plántula en el surco se observa en hileras claras, si el suelo está húmedo, la semilla aparecerá al cuarto o sexto día de la siembra”.

Apaza (2005) señala “que 6-8 días después de la siembra, los cotiledones aparecen en la superficie del suelo y las raíces comienzan a desarrollarse. En este momento, las plántulas comienzan a obtener agua y nutrientes del suelo y comienzan el proceso de Fotosíntesis”.

1.4.2. Dos hojas verdaderas

Según León (2003) esta etapa ocurre de 10 a 15 días después de la siembra y muestra un rápido crecimiento de las raíces. Las plantas también son resistentes a la escasez de agua en esta etapa y pueden sobrevivir de 10 a 14 días sin necesidad de agua.

Apaza (2005) establece que esta etapa se presenta de 16 a 20 días después de la siembra, con una altura de plántula de 1.5 a 2 cm, largo de hoja de 0.7 a 1.0 cm, ancho de hoja de 0.3 a 0.6 cm y largo de raíz de 6.5 a 8.3 cm.

1.4.3. Cuatro hojas verdaderas

Según Apaza (2005) ocurre entre los 38 y 42 días después de la siembra. Este período fenológico es clave tomar decisiones en el control de la competencia de malezas y el ataque de gusanos cortadores.

De acuerdo Mujica y Canahua (1989) esta etapa ocurre 25-30 días después de la siembra, y las plántulas en esta etapa muestran buena resistencia al frío y la sequía, pero son susceptibles al ataque de insectos masticadores de hojas.

1.4.4. Seis hojas verdaderas

León (2003) menciona que esta etapa ocurre aproximadamente a 35 a 45 días después de la siembra, cuando es evidente la protección de las puntas vegetativas por la mayoría de las hojas adultas

1.4.5. Ramificación

León (2003) observe que ocurre cuando se formaron ocho hojas verdaderas extendidas, hojas axilares hasta el tercer nudo, hojas cotiledóneas caídas y cicatrizadas en el tallo, además se notó protección por hojas sin exponer la panícula La presencia de inflorescencias ocurre aproximadamente de 45 a 50 días después de la siembra, en esta etapa se realizan los aporques y la fertilización.

1.4.6. Inicio de panojamiento

Mujica y Canahua (1989) manifiestan que, en esta etapa, la inflorescencia emerge del ápice de la planta, alrededor de la cual se observa un racimo de pequeñas hojas que cubren las tres cuartas partes de la panícula, esto puede ocurrir aproximadamente a los 55 a 60

días después de la siembra, y el primer amarillamiento de hojas verdaderas y alargamiento intenso del tallo, también mayor grosor.

1.4.7. Panojamiento

Según León (2003) “en esta etapa la inflorescencia es claramente prominente por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la componen; asimismo, se pueden observar botones florales individuales en los glomérulos en la base, apareciendo aproximadamente a los 65 a 75 días después de la siembra, a partir de esta etapa comienzan los granos lechosos, la inflorescencia se puede comer en lugar de las tradicionales verduras de inflorescencia como la coliflor”.

1.4.8. Inicio de floración

Para Apaza (2005) la floración comienza en la parte superior de la panícula y se extiende hasta la base, ocurre de 80 a 90 días después de la siembra.

De acuerdo a Mujica y Canahua (1989) en esta etapa aparecen las flores hermafroditas apicales con los estambres separados, puede presentarse alrededor de los 75 a 80 días después de la siembra, en esta etapa es muy sensible a sequías y heladas

1.4.9. Floración o antesis

Apaza (2005) afirma que esta, es una etapa crítica del ataque de moho; la presencia de heladas prolongadas y granizo hace que el polen sea estéril. Es apta para la evaluación de la incidencia de mildiu, y florece de 95 a 130 días luego de la siembra.

1.4.10. Grano lechoso

Para León (2003) se refiere al fruto que se encuentra en los glomérulos de la panoja, alrededor de 100 a 130 días después de la siembra, el cual explota y libera un líquido lechoso al apretarlo, en esta etapa se reduce drásticamente el déficit hídrico, con lo cual se reducen los muy malos rendimientos.

1.4.11. Grano pastoso

Para Mujica y Canahua (1989) el grano tiene una consistencia blanda blanca cuando se presiona, puede ocurrir de 130 a 160 días después de la siembra, en esta etapa los ataques

de Kcona-kcona y aves (gorrión, paloma) pueden causar daño considerable a los cultivos, construir anida y consume grano.

1.4.12. Madurez fisiológica

León (2003) se refiere a la formación de granos resistentes a la intrusión de las uñas, esto ocurre de 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14% a 16%, y el período desde la floración hasta la madurez fisiológica constituye una etapa de llenado de grano del grano, durante la cual las plantas también se vuelven amarillas y completamente caducas. La presencia de agua de lluvia en esta etapa es perjudicial ya que puede mermar la calidad y el sabor del grano.

1.5. VARIEDADES DE QUINUA

Sánchez (2013) establece que la amplia variabilidad genética de la quinua le permite adaptarse a diferentes humedades relativas, altitudes (desde el nivel del mar hasta los 4000 m de altura) y poder enfrentar variación de temperatura de -8°C a 38°C. Según el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA), existen alrededor de 100 variedades de quinua. Hay 3000 ecotipos en el Perú y el INIA conserva el material genético de unos 2000 ecotipos.

1.5.1. INIA 415 – Pasankalla

Variedad obtenida en el año 2006 mediante la selección del ecotipo de plantas en hilera en la localidad de Caritamaya, Distrito de Akola, Provincia de Puno. El Programa Nacional de Investigación de Cultivos Andinos efectuó un proceso de mejoramiento dentro de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) ILPA-Puno entre 2000 y 2005. En la zona agroecológica Altiplano Suni 3.815 a 3.900 msnm, se desarrolla mejor. Soporta climas secos y fríos con precipitaciones que van de 400 a 550 mm y temperaturas que van de 4°C a 15°C. Es la mejor variedad para la agroindustria, con altos rendimientos (rendimiento potencial de 4.500 kg/ha⁻¹) y calidad de grano óptima. Tiene el mayor contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante.

1.5.2. INIA 420 – Negra Collana

Es una combinación de 13 accesiones comúnmente llamadas "Quyту jiwras". Se realizó un proceso de premejoramiento (formación y selección de compuestos) en ILPA y Huañingora de 2003 a 2006, y un ensayo de validación en la comunidad campesina de

Collana en el distrito de Cabana (provincia de Santa Roma) de 2006 a 2008. El complejo proceso de formación, selección y validación estuvo a cargo del Programa de Investigación de Cultivos Andinos - Puno, el cual fue estrenado en 2008. Tiene buen potencial de rendimiento, madurez temprana, baja temperatura y resistencia a enfermedades.

1.5.3. Quinoa CCoitu

Esta quinoa es tolerante al frío y las heladas, pericarpio plomo y episperma negro, quinoa harinera casi dulce, panoja de color oscuro, alto contenido de proteína, uso en ensaladas. Rendimiento de 800 a 1700 kg/ha⁻¹.

1.6. CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CULTIVO DE QUINUA

Según Mujica (1993) los requerimientos del cultivo de quinoa son:

1.6.1. Luz Solar

Según Mujica (1993) la quinoa se adapta a una variedad de fotoperíodos, desde los días cortos requeridos para la floración en Perú, Ecuador y Colombia hasta la insensibilidad de Chile a las condiciones de luz en las que crece. Los tipos que prosperan cerca del ecuador son cultivos de días cortos.

1.6.2. Precipitación

Mujica (1993) la precipitación se especifica entre 300 y 1000 mm en verano y las condiciones de lluvia varían según la especie o el país de origen. La precipitación mínima para obtener buenos rendimientos es de 400 mm, repartidos a lo largo del ciclo del cultivo.

1.6.3. Altitud

Según Mujica (1993) en Perú, la quinoa crece desde el nivel del mar hasta los 4.000 metros sobre el nivel del mar, un rango mayor que en otros países debido a la variedad de quinoa en comparación con otros países.

1.6.4. Temperatura

Según Mujica (1993) la quinoa puede tolerar una amplia variedad de climas. Las plantas no se ven afectadas por el clima frío (-1°C) en ninguna etapa de su desarrollo, excepto durante la floración, las flores de la planta son sensibles al frío (el polen se esteriliza). La

temperatura media anual es de 10°C a 18°C, y la oscilación térmica es de 5°C a 7°C, que es la más adecuada para el cultivo de la quinua.

Para la FAO (2008) la temperatura media para la quinua es de alrededor de 15 a 20 grados centígrados, no obstante, a una temperatura promedio de 10 grados centígrados, el cultivo se desarrollará perfectamente.

1.7. ASPECTOS DE MANEJO DEL CULTIVO DE QUINUA

1.7.1. La preparación de suelo

Mujica (1997) señala que la preparación de la tierra es una tarea muy significativa que establecerá el éxito futuro de la plantación. Si la siembra se realiza en suelo nuevo u original, se debe labrar con vertedera o arado de discos de manera que la parte exterior quede enterrada en el suelo, este trabajo se debe realizar después de lluvias, es decir en marzo o principios de abril en la región andina, luego dependiendo de la textura del suelo, se afloja el suelo con discos o cruces de púas, ya sean rígidas o flexibles, posibilitando que se origine una rápida desintegración de la materia orgánica. Garantiza una buena germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces de las plantas.

1.7.2. La siembra

Mujica (1997) señala que la siembra debe hacerse en condiciones favorables. Esto lo determina una temperatura adecuada de 15 a 20°C y una humedad del suelo de al menos 3/4 de la capacidad de campo, lo que ayudará a que las semillas germinen.

Las actividades involucradas en la siembra son:

a) Densidad de siembra

Mujica (1997) indica que se requiere de 8 a 12 kg ha⁻¹ de semilla por hectárea en siembra por surco y 12 kg ha⁻¹ por esparcimiento o voleo. Generalmente, la cantidad de semilla utilizada procura obtener una cosecha con una densidad de 15 a 20 plantas por metro lineal.

b) Época de siembra

De acuerdo a Mujica (1997) la más adecuada para la siembra depende de las condiciones ambientales del área de siembra, generalmente en Los Andes, mesetas y zonas costeras

es del 15 de septiembre al 15 de noviembre, lógicamente se puede adelantar o retrasar un poco según las condiciones, disponibilidad de humedad y duración del período vegetativo del genotipo a sembrar; en regiones más frías se acostumbra adelantar la fecha de siembra, sobre todo si se utilizan genotipos tardíos.

1.7.3. Abonamiento

Tapia (1979) sugiere que responde bien a la fertilización orgánica y fertilización química, en suelos poco fértiles se pide aplicar 80 - 40 - 30 kg ha⁻¹ de NPK. Se aplica en la siembra, 50% de nitrógeno y todo el fósforo y potasio, y otro 50% de Nitrógeno en el momento del aporque. Se debe aplicar estiércol de 5 a 10 t ha⁻¹; se puede aplicar al momento de la siembra. Otros abonos que se pueden usar es el guano de islas, también se pueden aplicar fertilizantes orgánicos como estiércol de aves, gallinaza y estiércol animal. Debe incorporarse al suelo de acuerdo a su fertilidad, por lo tanto, se puede utilizar como alternativa a la fertilización química, que se incorpora al suelo antes de la siembra.

1.7.4. Labores de cultivo

a) Deshierbo

Para Mujica (1997) el deshierbe evita la competencia entre cultivos, principalmente por agua, luz, nutrientes y suelo (espacio); se recomienda realizar la primera vez cuando la planta de quinua consigue unos 20 cm (40 a 50 días después de la siembra); el segundo deshierbe debe hacerse cuando las matas posean altura de 30 a 35 cm.

b) Depuración

Mujica (1997) indica que consiste en la eliminación de plantas enfermas que difieren de la variedad del cultivo, para lo cual se recomienda eliminar los diferentes tipos de plantas dos veces: antes de la floración, observar el color de la planta, el tipo y madurez fisiológica de la panícula, observar el color y la variedad del grano.

c) Raleo

Para Mujica (1997) el raleo se hace cuando la densidad de plantas por metro lineal o área es alta, y en este trabajo se descartan las plantas: más pequeñas, achaparradas, débiles y enfermas. Se practica alrededor de 30 a 45 días después de la emergencia, dejando de 15 a 20 plantas por metro lineal hasta que las plantas alcancen una altura de 20 cm.

d) Aporque

Mujica (1997) señala que se realiza manualmente con pico o herramienta similar, con la yunta o el tractor. El aporque asegura mejor las plantas y controla las malezas entre surcos, se hace después de deshierbar.

e) Manejo de agua

Mujica (1997) establece que la mínima requerida para es de 300 a 500 mm; pues la planta soporta déficits hídricos severos y crónicos en varias etapas de su crecimiento y desarrollo, por lo que actualmente se encuentra en muchas etapas de crecimiento. Las etapas fenológicas que más agua requieren son la germinación, en panojado y la floración.

1.7.5. Cosecha

Mujica (1997) afirma que debe realizarse en forma oportuna y adecuada, tanto para evitar pérdidas por efectos adversos del clima y ataque de aves, como para evitar el deterioro de la calidad del grano. Si hay un período de alta humedad ambiental (más del 70%) durante la madurez del cultivo, el grano en la panoja germinará, dando como resultado una cosecha de menor calidad. La quinua se debe cosechar cuando la planta haya perdido las hojas y esté de color amarillo pálido o el grano haya adquirido una consistencia que resista la presión de los clavos. La recolección tradicional de la quinua en la región andina es totalmente manual y sus actividades son las siguientes:

a) Siega o corte

Mujica (1997) menciona que se ejecuta cuando las plantas alcanzan la madurez fisiológica. Este trabajo se debe realizar a primera hora de la mañana, para evitar la caída del grano por el corte y la acción mecánica del uso de una hoz o segadora, se recomienda hacerlo por la mañana para evitar la caída del grano.

b) Emparvado

Mujica (1997) se refiere a la espaldera cuando las plantas se podan en madurez fisiológica, todavía necesitan perder agua para la trilla, por lo que las espalderas, incluida la formación de montículos con panículas, deben trillarse solo antes de que tengan la humedad adecuada para la trilla.

c) Trilla

De acuerdo a Mujica (1997) se realiza tomando panojas secas del montón, las cuales se extienden sobre una manta debidamente preparada para este fin. En algunos lugares se colocan o forman parvas en el suelo plano. Luego, las panojas colocadas en el suelo se golpean de manera ordenada, generalmente panoja por panoja, y sus golpes liberarán el grano.

d) Aventado y limpieza del grano

Mujica (1997) una vez concluida la trilla, el grano queda con el salvado fino. Este trabajo consiste en utilizar corrientes de aire para separar el grano de la maleza (fragmentos de hojas, pedicelos, pedicelos, inflorescencias y ramitas) para que el grano quede completamente limpio.

e) Secado del grano

Para Mujica (1997) “al trillar con panojas secas, el grano debe perder humedad hasta alcanzar la humedad comercial y permitir su almacenamiento, ya que el grano contiene de 12% a 15% de humedad al momento de la trilla”.

f) Selección del grano

Mujica (1997) señala que “la selección y clasificación de los granos es necesaria una vez que los granos estén completamente secos, ya que las panículas producen granos grandes, medianos y pequeños”.

g) Almacenamiento

Mujica (1997) refiere que “una vez que los granos son clasificados por tamaño y utilizados para diferentes propósitos, se deben almacenar en un lugar fresco, seco y en recipientes adecuados para evitar la presencia de roedores y polillas, bajo ninguna circunstancia se deben utilizar recipientes de plástico o polipropileno ya que ayudan a la humedad, protección y da a los productos un olor inapropiado”.

1.8. FORMAS DE SIEMBRA EN QUINUA

Todo sobre la quinua (2008) menciona que la siembra manual de quinua orgánica se realiza a una distancia entre hoyos de 1 a 1.20 m, mecanizada mediante sembradoras (ej. “Satiri I”) y otros prototipos (ej. “Surco”), en dos métodos de 6 a 8 kg. de semillas por hectárea.

León Hannco (2003) menciona que la siembra se puede realizar de forma manual (a voleo o línea de aspersión continua), o mecanizada (usando sembradora), utilizando una distancia entre surcos de 35-40 cm (yugo) y 40-60 cm (mecánica).

Scotto y Chech (2017) mencionan que la siembra de quinua puede ser a golpe, a chorro y manual y el tapado a chorro se realiza con ramas y de golpes con el pie.

Aracena (2016) informa que realizó un ensayo en una parcela 364 m² con un diseño anidado en el Campo Experimental Posta de Hornillos del IPAF NOA - INTA donde comparó tres técnicas de siembra: trasplante, chorrillo (con máquina) y por golpe (cada 10 cm y 20 cm entre plantas); distanciados entre surcos a 70 centímetros, el 15 de septiembre de 2014, haciendo la salvedad que los plantines tienen un mes más en almaciguera (su estado fenológico a la fecha fue de 4 hojas); el riego se realizó por surco y la cosecha fue manual. “Observó el tamaño de plantas, tamaño de panojas, labores realizadas, uniformidad de maduración, etc. Concluye indicando que la siembra a chorrillo es la práctica que muestra diferencia con las siembras por golpe, no solamente en la maduración pareja, sino también que llegó a maduración fisiológica más rápido que las anteriormente mencionadas. El trasplante comparado con la siembra a chorrillo si bien presenta plantas y panojas más grandes y ramificadas su diferencia no es significativa en la producción ya que debemos aumentar el costo a la hora de la siembra”.

PROINPA (2005) recomienda sembrar en el altiplano central de Bolivia la siembra en surcos, siembra en hileras con sembradora manual y la siembra al voleo-surcado y voleo-rastrado, cubriendo en todos los casos con suelo cuyo espesor no debe ser más de 2.5 cm. En el altiplano norte, se debe sembrar quinua en hileras con sembradora manual, en surcos con sembradora mecánica o manual y al voleo-surcado y voleo-rastrado. En sitios donde la ocurrencia de granizo es más probable, sembrar al voleo-surcado o sobre el camellón del surco, para evitar la acumulación de granizo en la base del tallo de las plantas que podría causar estrés o lesiones.

Gómez y Enríquez (2016) recomiendan sembrar la quinua en surcos por su facilidad, en surcos distanciados de 40-80 cm y 15-20 cm de profundidad. En relación a la densidad de siembra, mencionan que en el establecimiento del cultivo se pierden 40 a 50% de las semillas, y las que quedan después del raleo. Recomiendan como mínimo tener 50 plantas por metro lineal.

Para Aguilar (2001) la siembra puede ejecutarse de tres maneras: al voleo, en hileras y en surcos:

- Al voleo, se realiza en condiciones muy especiales, es decir cuando el suelo está hidratado y no hay problemas de inundación, cuando no hay herramientas para hacer hileras o surcos, también en terrenos con buena infraestructura en Waru Waru, con muy angosto del terraplén, donde no se permite la agricultura con herramientas.
- En la costa, se sugiere la siembra en hileras distanciadas de 30 a 50 cm;
- Surco, el tercer método de siembra de quinua, es muy similar al anterior, excepto que el surco es más ancho y profundo, mayor a 70 cm. La ventaja de estos surcos es una mejor aireación del suelo durante la época seca, que es muy común en la primera etapa fenológica de las plantas para evitar la desecación, así como suelos con problemas de drenaje o encharcamiento. La siembra en surcos es la más adecuada y utilizada, ya que puede facilitar eficazmente el trabajo agrícola con poco tiempo y bajo costo. (Marca, 2001).

Aguilar y Jacobsen (2003) mencionan que, la densidad de siembra puede variar de 8 a 15 kg ha⁻¹ según el tamaño de la semilla, el tipo de siembra y el agroecosistema. Las variedades con semillas más grandes (más de 2 mm de diámetro) usan más semillas, mientras que las semillas más pequeñas y menos semillas se usan cuando se siembran en surcos o pendientes.

Mujica (1997) indica que densidades más altas o números más altos de plantas por unidad de área darán como resultado plantas atrofiadas y de menor rendimiento, mientras que un número más bajo de plantas por unidad de área significa plantas con ramas vigorosas, que a menudo no maduran porque son pobres en nutrientes. se debe a la presencia de las primeras heladas, que favorece aún más el rápido crecimiento de las malas hierbas en el campo. En cualquier caso, la distancia entre plantas recomendada es de 8 a 10 cm, lo que supone de 15 a 20 plantas por metro lineal, con tendencia a aumentar el rendimiento de grano.

Marca (2001) señala que cuando se refiere a la densidad de siembra se busca obtener poblaciones de plantas suficientes y vigorosas, por lo que las densidades de siembra recomendadas para la producción de semillas son inferiores a las de la producción

comercial. La densidad de siembra depende de la calidad fisiológica de las semillas, las cuales deben tener una tasa de germinación del 98% y en ningún caso inferior al 85%. Con esta información se pueden equipar semilleros de quinua con 10 y 12 kg ha⁻¹.

Según Dielh y Mateo Box (1973), existen tres métodos de siembra: a voleo, en líneas y a golpes.

- Siembra al voleo: tiene la ventaja de la rapidez en su ejecución, cobertura uniforme del suelo; presenta los inconvenientes como: irregularidad de distribución, enterramiento difícil e irregular, imposibilidad de binas. Obligan a un consumo suplementario de semillas del orden de 10 al 20 % superior a la siembra en líneas.
- Siembra en líneas: obligatoria para las plantas de escarda, la siembra en línea tiende a generalizarse, incluso para praderas artificiales. Presenta la ventaja regularidad en la distribución y enterramiento, economía de simientes, etc., que compensan el mayor costo, apelmazamiento del suelo por los aperos, etc.
- Siembra a “golpes”: es técnicamente muy atractiva y no presenta desde ningún punto de vista graves dificultades. Permite la bina y aclareo economizando semillas; sin embargo, se tiene dificultades en la realización precisa de los golpes.

Mujica et al. (2009) menciona que la siembra se puede realizar al voleo, pero debido a problemas agronómicos como siembra difícil, gran cantidad de semillas utilizadas y germinación uniforme, ha sido rechazada en los últimos años, debiendo realizarse en surco lejano de acuerdo a la variedad utilizada. De 0-40 a 0.80 m. En el altiplano seco de los salares, se siembran en hoyos de un metro de distancia y entre los surcos, con hasta 4 plantas por hoyo, por estas condiciones secas, áridas, frías y salinas, este es un ancestral único, especial y único sistema de siembra usando solo 3 kg ha⁻¹ de semillas seleccionadas.

También existen cultivos asociados a otros cultivos, entre los que destacan maíz, haba, papa, y en muchos casos cebada y otros cultivos como la oca de altura, en algunos casos solo como bordes o como cultivos de dispersión o simplemente Hay algunos surcos para otros cultivos.

Mujica et al. (2001) no recomiendan la siembra al voleo, que ha sido rechazada últimamente por los inconvenientes agronómicos que trae, como labores de cultivo difíciles, uso de gran cantidad de semillas y germinación desigual. <http://www.irvg.org/es/noticias/117-siembra-de-quinua-en-el-peru.html> (2017) señala que hay cuatro formas de siembra de quinua:

- Al voleo: esta forma es más común en las tierras altas y consiste en esparcir la semilla por todo el campo y luego pasarla entre algunas ramas de arbustos o un rebaño de ovejas, el propósito es cubrir la semilla para protegerla de la luz solar, la radiación y la alimentación de las aves. También puede estar en plena germinación y Condiciones óptimas para la emergencia de plántulas.
- En hilera: este método de siembra no utiliza maquinaria sembradora, después de que pasa el rastrillo, vuela el campo arado, dejando muchas semillas en las hileras que deja el rastrillo, y luego las ovejas pasan por el paso cubierto del campo para completar la siembra.
- En surco: es una de las mejores formas de plantar, los surcos son de 0.4 a 0.6 m de separación, lo que ayudará a las labores agrícolas adecuadas como deshierbe, raleo y sobre todo montículos, que darán mayor soporte a las plantas, evitando el encamado.
- En melgas (Jaleo o Kapeo): esta forma también es ampliamente utilizada en áreas de meseta, siembra y siembra, cuando las plantas están en la etapa de 6 hojas verdaderas, zanjas de 0.5 a 2 metros y se realizan a alta densidad. Plantas que de otro modo no serían zanjadas.

Solid Perú – OPD (2010) señala que las modalidades de siembra en quinua se realizan bajo tres formas:

a) Al voleo

Práctica que se ejecuta cuando no hay herramientas disponibles para hacer filas o surcos. Entonces nuevamente, cuando el suelo tiene suficiente humedad, no tiene problemas de inundación y está acondicionado en la infraestructura waru waru, con terraplenes muy angostos donde no se puede cultivar con herramientas de tracción.

b) En hilera

Esta es una tarea común en toda la zona. Esto sucede cuando hay animales remolcando o cuando los tractores agrícolas abren la hilera (surco) a una distancia de 30 a 50 cm. La siembra implica esparcir las semillas en filas consecutivas, luego romper los terrones y cubrirlos ligeramente. Permite una mejor distribución de las plantas en el campo y facilita las tareas culturales, como la labranza, para garantizar una sostenibilidad óptima de las plantas.

c) En surco

Es muy similar a la anterior, excepto que los surcos son más anchos y oscilan alrededor de los 80 cm.

La ventaja de estos surcos es una mejor aireación del suelo en épocas secas y en suelos con problemas de drenaje o encharcamiento que suelen presentarse cuando las plantas se encuentran en su primera etapa fenológica, evitando así que se sequen.

d) En melgas

Es un método de siembra intermedio entre la siembra y la siembra en surco. Se realiza en terrenos con drenaje insuficiente o sistemas de inundación. La quinua es susceptible a aumentos de humedad del suelo inferiores a las necesidades del cultivo.

La siembra en melgas, incluye la apertura de surcos cada 4 metros, 5 metros o más metros en todo el terreno después de la siembra. La distancia entre surcos depende de la falta de drenaje y del desnivel del suelo.

El surcado o zanjeo se puede hacer incluso si las plántulas han alcanzado la etapa fenológica de 6 hojas verdaderas, después de lo cual no se recomienda porque las plántulas ya están dañadas. Finalmente, el campo se comporta como un cultivo en melgas separadas por surcos, lo cual es importante para drenar el exceso de agua cuando ocurren precipitaciones fuertes o superan el punto crítico de tolerancia a la humedad.

El sistema manual más recomendado es el de aspersión continua en el surco, requiere menor volumen de semilla, facilita las labores de deshierbe, labranza y control de plagas. En este sistema, el sembrador siembra las semillas en sucesión, usa su mano derecha para sacar las semillas de la bolsa y las semillas se colocan sobre su hombro izquierdo.

Si se siembra a mano o en equipos, la profundidad de los surcos debe ser de 15 a 20 cm y una separación de 40 a 60 cm, utilizando tractor, utilizando un surcador, clasificando en anchos de 50 cm entre surcos. La cobertura se realiza con la ayuda de ramas.

Para la siembra mecanizada se puede ajustar una sembradora de granos calibrada a una distancia de 45 cm entre discos. Este método es adecuado para pisos más grandes y plantaciones de una sola variedad. Siembra mecanizada, profundidad y cantidad de semilla uniforme, 8 kg/ha.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realiza en el Centro Experimental de Canaán, ubicado el distrito de Mariscal Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2750 msnm, cuyas coordenadas son:

- 13°10'00" Latitud Sur y
- 74°23'10" Longitud Oeste.

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Durante la campaña agrícola 2014, el terreno donde se siembra quinua estuvo ocupado por el cultivo de quinua para producción. La topografía del terreno es ligeramente inclinada, con profundidad de 20 cm.

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El análisis del suelo, se realizó con muestras a 20 cm de profundidad, remitidas al laboratorio de suelos "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyo resultado se presenta en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo del terreno experimental. Canaán 2750 msnm. Ayacucho, 2015

Componente	Unidad	Valor	Método	Interpretación
pH		6.7	Potenciometro	Lig. Acido
M.O	(%)	2.35	Walkley Black	Medio
N-total	(%)	0.11	Micro Kjeldahl	Pobre
P disponible	(ppm)	23.1	Bray-Kurtz	Medio
K disponible	(ppm)	55.8	Turbimetría	Medio
Arena	(%)	52.30		
Limo	(%)	23.70	Hidrómetro de Bouyucus	
Arcilla	(%)	24.0		Franco arcilloso
Clase textural			Triangulo textural	

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas "Nicolás Roulet" del PIPG de la FCA-UNSCH.

Según los resultados se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH del suelo es 6.7, ligeramente ácido, el mismo que no tiene restricción para el cultivo de quinua.

2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Datos climáticos de la Estación Meteorológica INIA, propiedad de la Oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, a 2.756 msnm, con coordenadas 13° 10' 00.06" S y 74° 12' 22.92" Longitud Oeste, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, con estos datos se realizaron los cálculos de evapotranspiración potencial y balance hídrico, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.2 y la Figura 2.1.

Durante el cultivo, la temperatura media es de 16.5 °C, con una máxima de 24.88 °C y una mínima de 6.0 °C. La precipitación total anual es de 601.93 mm de lluvia. Durante la implementación de la prueba, de enero a marzo de 2016, el comportamiento meteorológico de lluvia moderada fue de 111.19 mm, 121.0 mm y 87.0 mm, respectivamente, y la precipitación fue escasa en el último mes.

Tabla 2.2. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009 - 2016 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) – Ayacucho

Distrito : Ayacucho Altitud : 2756 m.s.n.m.
 Provincia : Huamanga Latitud : 13°10'00.06''
 Departamento. : Ayacucho Longitud : 74°12'22.92''

Descripción	Balance hídrico con datos 2009-2016. Estación Experimental Pampa del Arco														
	Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Prom
T° máxima (°C)	26.9	25.3	27.1	27.6	26.8	26.7	24.5	27.3	27.9	28.3	28.9	28.2			27.1
T° mínima (°C)	6.4	6.8	6.7	6.1	4.7	4.5	5.1	4.3	6.1	6.2	7.4	7.3			6.0
T° media (°C)	16.6	16.0	16.9	16.9	15.8	15.6	14.8	15.8	17.0	17.3	18.2	17.7			16.5
Factor	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96			
ETo (mm)	82.367	71.792	83.638	80.940	78.120	74.820	73.219	78.399	81.510	85.560	87.854	87.854	965.34	80.4	
Precipitación (mm)	111.9	121.0	87.1	45.9	10.1	5.1	4.9	4.0	28.8	31.6	51.8	99.9	601.93		
ETo Ajust (mm)	51.359	44.765	52.151	50.469	48.711	46.653	45.885	50.825	50.825	53.350	54.323	54.780			
H del suelo (mm)	60.52	76.20	34.91	-4.57	-38.62	-41.60	-40.79	-44.86	-22.01	-21.74	-2.52	45.09			
Déficit (mm)	---	---	---	-4.569	-38.623	-41.603	-40.792	-44.860	-22.012	-21.737	-2.523	---			
Exceso (mm)	60.516	76.198	34.911										45.095		

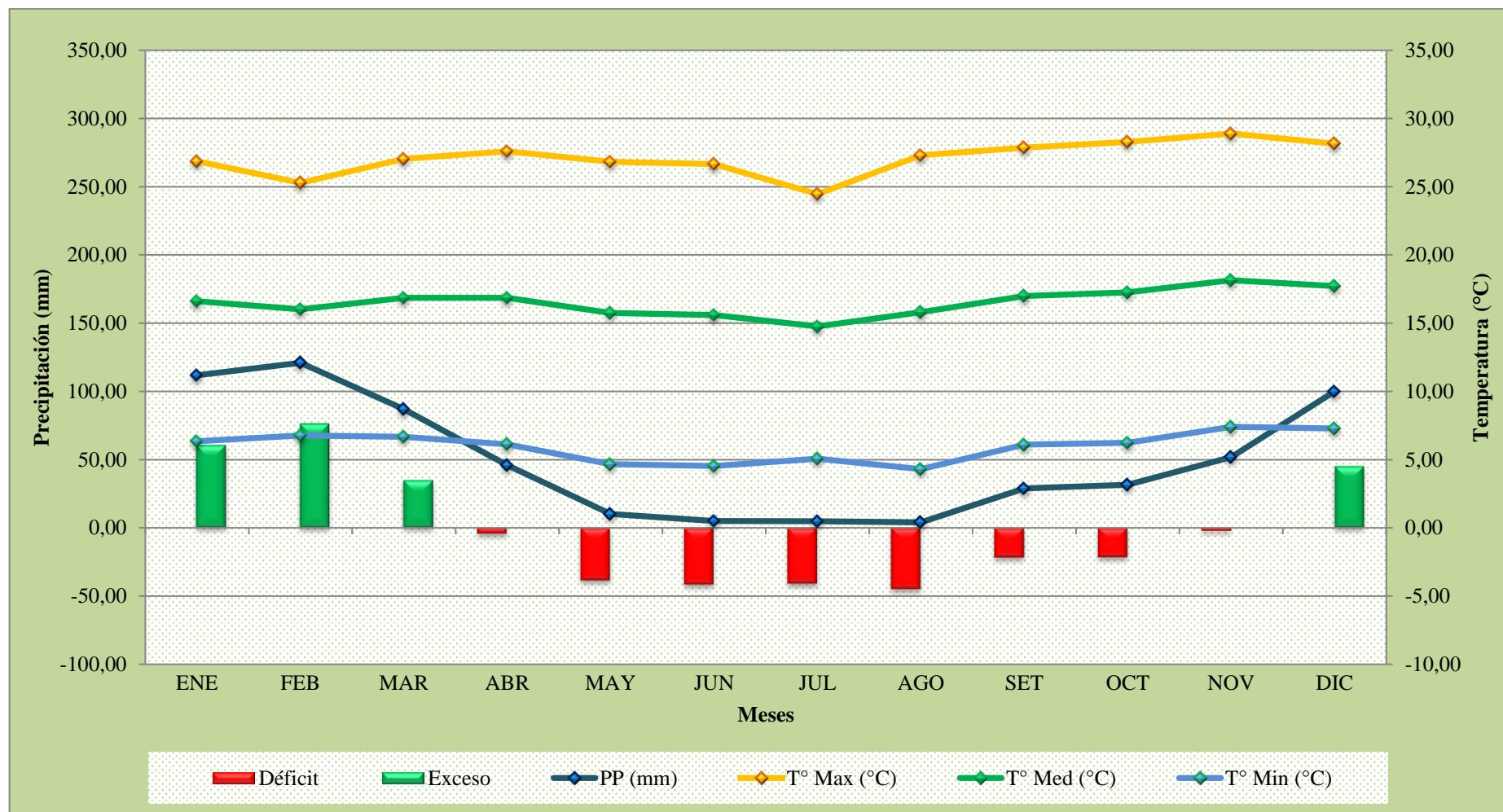


Figura 2.1. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009-2016 de la Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) - Ayacucho

2.5. FACTORES ESTUDIADOS

Los factores considerados en el presente estudio son:

2.5.1. Formas de siembra (M)

m₁: Siembra a chorro continuo

m₂: Siembra en golpes a 30 cm

2.5.2. Variedades de Quinua (V)

v₁: Choclito

v₂: Pasankalla

v₃: Negra Ccollana

v₄: Ccoitu

2.6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Tras combinar los niveles de los dos factores estudiados, se obtuvo los tratamientos.

Tabla 2.3. Tratamientos y descripción de los factores estudiados

Tratamiento	Código	Descripción
T ₁	m ₁ *v ₁	Siembra en líneas x variedad Choclito
T ₂	m ₁ *v ₂	Siembra en líneas x variedad Pasankalla
T ₃	m ₁ *v ₃	Siembra en líneas x variedad Negra Ccollana
T ₄	m ₁ *v ₄	Siembra en líneas x variedad Ccoitu
T ₅	m ₂ *v ₁	Siembra en golpes x variedad Choclito
T ₆	m ₂ *v ₂	Siembra en golpes x variedad Pasankalla
T ₇	m ₂ *v ₃	Siembra en golpes x variedad Negra Ccollana
T ₈	m ₂ *v ₄	Siembra en golpes x variedad Ccoitu

2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento se realizó en el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2 M x 4 V, 08 tratamientos y 3 repeticiones. El modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \lambda_k + \alpha_i\lambda_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta del i-ésima repetición, j-ésimo forma de siembra y k

ésima variedad de quinua

μ = Media general del experimento

β_i = Efecto o respuesta de la repetición

α_j = Efecto del j ésimo forma de siembra

λ_k = Efecto del k ésima variedad de quinua

$\alpha\lambda_{jk}$ = Efecto de la interacción forma de siembra x variedad

ϵ_{ijk} = Error experimental

2.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.8.1. Parcelas

- Número de parcelas por bloque : 08
- Largo de las parcelas : 3.00 m
- Ancho de las parcelas : 2.80 m
- Área total de parcela : 8.40 m²
- Distancia entre surcos : 0.70 m
- Números de surcos por parcela : 4

2.8.2. Bloques

- Número de bloques : 03
- Ancho de los bloques : 3.00 m
- Largo de los bloques : 22.40 m
- Área total del bloque : 67.20 m²
- Ancho de las calles : 1.00 m

2.8.3. Experimento

- Ancho : 11.00 m
- Largo : 22.40 m
- Área total : 246.40 m²
- Área efectiva : 201.60 m²

2.9. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

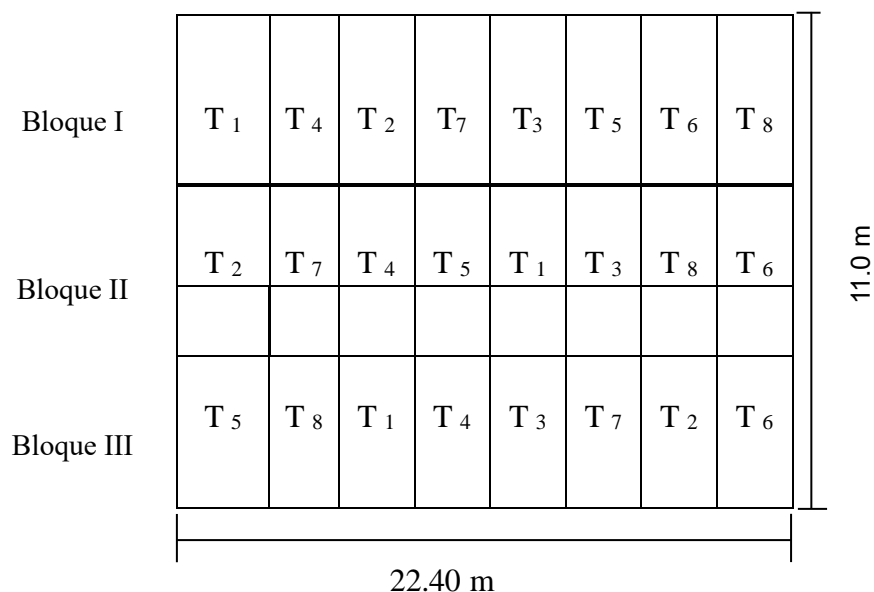


Figura. 2.2. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos en las unidades experimentales

2.10. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.10.1. Preparación del terreno

Se realizó el 20 de mayo de 2015 el arado de disco y desterronado con tractor agrícola para mullir y nivelar el suelo. Luego, el surcado se realice al distanciamiento entre surcos de 0.70 m, el 15 de junio de 2015.

2.10.2. Demarcación y estacado del campo experimental

El campo experimental se demarcó usando estacas, efectuando trazos haciendo uso de wincha y cordel como se señala en el croquis experimental, el 20 de junio del 2015.

2.10.3. Fertilización

La incorporación de la mezcla de fertilizantes se realizó el 27 de junio de 2015, aplicando $\frac{1}{2}$ de N, todo el P y K, en la modalidad según los tratamientos: chorro continuo y golpes, la otra mitad de N se empleó en el aporque. La fórmula de fertilización fue de 90-60-40 de NPK.

2.10.4. Siembra

Se realizó el 12 de julio del 2015 con la densidad de siembra 10 kg/ha según la forma de siembra (chorro y golpes), luego se procedió con el tapado, después de la siembra, aplique un riego ligero para favorecer la aparición de plántulas.

2.10.5. Riegos

Se condujo bajo condiciones de secano y se utilizó el método de riego por goteo, utilizando cintas dispuestas en las líneas o surcos. Luego del primer riego, los siguientes riegos fueron ligeros y permanentes de acuerdo a las condiciones de humedad del suelo y las condiciones medio ambientales.

2.10.6. Control de malezas

Esto se hace para evitar la competencia con el cultivo; dos controles manuales: 11 de agosto de 2015 (30 dds) y 10 de setiembre de 2015 (60 dds); por consiguiente, se mantuvo libre de malezas el campo experimental.

2.10.7. Raleo

El primer raleo se realizó a los 30 después de la siembra, en la forma de siembra a chorro continuo dejando 20 plantas por metro lineal, mientras que en la forma de siembra por golpes se dejó 6-7 plantas por golpe. Posteriormente se hizo un repaso para dejar el número de plantas mencionado.

2.10.8. Aporque

El 17 de setiembre de 2015 a los 65 días después de la siembra se realizó el aporque cuando presentaron una altura de 25 cm, teniendo cuidado de no enterrar las cintas de riego.

2.10.9. Control fitosanitario

Luego de la emergencia de las plántulas de quinua y en las primeras semanas, hubo incidencia del complejo de la “chupadera”, para lo cual se realizaron 02 aplicaciones de del producto químico Parachupadera a la dosis de 2 kg ha⁻¹. Otra enfermedad que se presentó cerca a la floración, fue el mildiú (*Peronospora farinosa*), se controló con Ridomil Gold MZ 68 WP a 3 kg ha⁻¹; para su control se efectuó dos aplicaciones, el 12 de octubre y 20 de noviembre del 2015.

2.10.10. Cosecha

La cosecha se inició el 27 de diciembre de 2015 en la variedad Pasankalla, luego el 13 de enero de 2016 en las variedades Negra Ccollana y Ccoitu y 23 de enero de 2018 en la variedad Choclito, cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica, lo que se evidenció cuando las plantas perdieron sus hojas y el tallo se tornaron de color pajizo. La cosecha se realizó de forma manual con ayuda de una hoz, cortando las panojas de cada unidad experimental y colocándolas en costales con la identificación de la unidad experimental. El secado de la panoja se realizó en secadero seguido de la trilla manual, luego de ventear, se pesó el grano en una balanza digital calibrada.

2.11. VARIABLES EVALUADAS

2.11.1. Variables de precocidad

a) Días a la madurez fisiológica

Se registró los días transcurridos cuando más de 50% de las plantas mostraron la madurez fisiológica o sea amarillamiento generalizado de la planta y caída de hojas y las semillas presentaron resistencia al ser presionados con las uñas.

2.11.2. Variables de productividad

a) Altura de planta (cm)

Para determinar la altura de planta, se eligió 10 plantas al azar durante la madurez fisiológica, por cada unidad experimental. Esta evaluación se realizó tomando la medida desde la base del cuello de la planta hasta el ápice de la panoja, con la ayuda de una cinta métrica en cm, en el momento de la madurez fisiológica.

b) Longitud de panoja (cm)

Para evaluar la longitud de panoja se midió de 10 panojas al azar desde la base hasta el ápice, momentos antes de la cosecha.

c) Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)

Luego de la trilla se pesó el grano limpio de quinua de las unidades experimentales en una balanza de precisión, para luego inferir el rendimiento de granos de quinua a kilogramos por hectárea (kg ha⁻¹).

2.11.3. Mérito económico de los tratamientos estudiados

Se determinó a partir del costo de producción y el valor de la cosecha, calculado utilizando la siguiente relación:

$$IR = \frac{\textit{Utilidad neta}}{\textit{Costo de producción}} \times 100$$

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA

Existen diferencias en los promedios de días a madurez fisiológica de las variedades estudiadas, siendo la más tardía la variedad Choclito, seguido de Ccollana y Ccoitu con 181 días y la más precoz resulta siendo Pasankalla con 165 días.

Entre las formas de siembra por golpes y a chorro continuo no existen diferencias; ambas formas tienen 179 días como promedio de días a madurez fisiológica.

Tabla 3.1. Promedio de días a madurez fisiológica de cuatro variedades de quinua en promedio de formas de siembra. Canaán

Variedad	Promedio(días)	ALS
Choclito	191	a
Ccollana	181	a
Ccoitu	181	a
Pasankalla	165	b

El rango de días a madurez fisiológica de las variedades en Canaán, coincide con lo mencionado por León (2003) que indica para las variedades del Altiplano, 160 a 180 días.

Tabla 3.2. Promedio de días a madurez fisiológica de formas de siembra de quinua en promedio de variedades. Canaán

Forma de Siembra	Promedio (días)	ALS
Chorro continuo	179	a
Golpes	179	a

3.2. DE LA ALTURA DE PLANTA

En el ANVA de altura de planta (tabla 3.3) se observa que solo existe alta significación estadística en la fuente de variedades. En las otras fuentes de variabilidad no existe significación. Se interpreta que por lo menos una variedad es diferente de las demás, mientras que las formas de siembra son similares entre sí. Las formas de siembra no tuvieron influencia en la altura de planta, lo que quiere decir que las plantas de quinua tienen similar altura en promedio de golpes y en promedio de siembra a chorro continuo.

El coeficiente de variabilidad es 6.42%, significa que existe poca variabilidad entre bloques y por lo tanto se encuentra dentro de los valores permisibles para este tipo de experimento. El valor R^2 de 0.78 nos indica que los valores encontrados dependen en un 78% de los factores estudiados, mientras que el 22% se puede atribuir a otros factores no controlados.

Tabla 3.3. Análisis de la Varianza de altura de planta de cuatro variedades de quinua en dos formas de siembra. Canaán

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	16.5833	8.2916	0.13 ns
Variedad	3	2606.8183	868.9394	13.53**
Formas S.	1	115.2816	115.2816	1.79 ns
Inter. V*F	3	527.3250	175.7750	2.74 ns
Error	14	899.3100	64.2364	
Total	23	4165.3183		

C.V. = 6.42; $R^2 = 0.78$

Al efectuar la prueba de Duncan de variedades en promedio de formas de siembra, las variedades Ccoitu, Ccollana y Choclito tienen alturas similares con rango de 132.33 cm a 128.56 cm, pero superior a la altura de planta alcanzada por la variedad Pasankalla que alcanzó 106.90 cm.

Del resultado obtenido se puede deducir que la altura de planta es una característica de la planta de quinua que esta está principalmente influida por el carácter variedad o genético de la planta y en menor grado por la interacción con el ambiente.

La altura alcanzada por las plantas en el experimento coincide con lo reportado por Mujica (2003) que manifiesta que la altura de la quinua alcanza de 0.30 a 2.50 m.

Tabla 3.4. Prueba de Duncan de altura de planta de cuatro variedades de quinua en promedio de formas de siembra

Variedad	Promedio(cm)	ALS
CCoitu	132.33	a
Ccollana	131.36	a
Choclito	128.56	a
Pasankalla	106.90	b

3.3. DE LA LONGITUD DE PANOJA

En la prueba de ANVA de longitud de panoja (tabla 3.5) se observa que existe significación estadística en la fuente de variación de variedades. En las otras fuentes de variabilidad no existe significación. Se interpreta que por lo menos una variedad es diferente de las demás, mientras que las formas de siembra son similares entre sí. Las formas de siembra no tuvieron influencia en la longitud de panoja de la planta, lo que quiere decir que las plantas de quinua tienen similar longitud de panoja en promedio de golpes y en promedio de siembra a chorro continuo.

El coeficiente de variabilidad de 14.90%, significa que existe poca variabilidad de tratamientos entre bloques y por lo tanto se encuentra dentro de los valores permisibles para este tipo de experimento. El valor R^2 de 0.63 nos indica que los valores de longitud de panoja encontrados dependen en un 63% de los factores estudiados, mientras que el 37% se puede atribuir a otros factores no controlados.

Tabla 3.5. Análisis de la Varianza de longitud de panoja de cuatro variedades de quinua en dos formas de siembra. Canaán

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	479.170	239.585	3.89 ns
Variedad	3	829.073	276.357	4.49*
Formas S.	1	3.226	3.226	0.05 ns
Inter. V*F	3	202.200	67.400	1.09 ns
Error	14	861.870	61.562	
Total	23	2375.540		

C.V. = 14.90 %; $R^2 = 0.63$

Al efectuar la prueba de Duncan de variedades en promedio de formas de siembra, las variedades Choclito, Ccollana y Ccoitu tienen longitud de panoja similares con rango de 60.10 cm a 51.57 cm, entre los cuales no existe diferencia estadística significativa, pero superior a la longitud de panoja alcanzada por la variedad Pasankalla que alcanzó 43.93 cm y que es similar a Ccoitu que alcanzó una longitud de panoja de 51.57 cm.

La longitud de panoja como un parámetro de productividad es importante, sin embargo, es conveniente señalar que bajo las condiciones de clima presentadas en Canaán donde se evidencia un incremento de las temperaturas medias de los meses donde se realizó el cultivo, las panojas formadas tuvieron una consistencia laxa o semi compacta, lo cual no es adecuado para estas variedades, que generalmente tienen panojas más cortas y compacta a mayor altitud, como es su lugar de origen (Zona agroecológica Suni - Puno).

Los datos alcanzados en el experimento se acercan a lo señalado por Apaza (2005) que señala que la longitud de panoja varía entre 29 a 55 cm. Solo en el caso de la variedad Choclito supera el rango; al respecto se podría indicar que la panoja a diferencia de zonas de mayor altitud se presenta más laxa.

Tabla 3.6. Prueba de Duncan de longitud de panoja de cuatro variedades de quinua en promedio de formas de siembra

Variedad	Promedio(cm)	ALS	
Choclito	60.10	a	
Ccollana	55.00	a	
Ccoitu	51.57	a	b
Pasankalla	43.93		b

3.4. DEL RENDIMIENTO DE GRANOS

En la prueba de ANVA de rendimiento de granos (tabla 3.7) se observa que solo existe alta significación estadística en la fuente de variación de variedades, formas de siembra y en la interacción de variedades * forma de siembra. Se interpreta que por lo menos una variedad, una forma de siembra o la interacción de los dos factores estudiados son diferente de las demás. Este resultado nos obliga a realizar el estudio de los efectos simples de la interacción variedad*forma de siembra.

El coeficiente de variabilidad de 10.92%, significa que existe poca variabilidad de tratamientos entre bloques y por lo tanto se encuentra dentro de los valores permisibles para este tipo de experimento. El valor R^2 de 0.97 nos indica que los valores de longitud de panoja encontrados dependen en un 97% de los factores estudiados, mientras que el 3% se puede atribuir a otros factores no controlados. O sea, en el experimento el rendimiento de grano alcanzado se dio como respuesta a la combinación de los factores estudiados.

Al realizar el estudio de los efectos simples y la prueba de Duncan respectiva, se observa que, con la forma de siembra a chorro continuo, las variedades Choclito y Ccoitu logran el mayor rendimiento de grano con 2262.74 y 2127.82 kg ha⁻¹, superior a Ccollana que logra 1329.39 kg ha⁻¹ y a su vez superior a Pasankalla que alcanzó 796.83 kg ha⁻¹.

Tabla 3.7. Análisis de la Varianza del Rendimiento de granos de cuatro variedades de quinua en dos formas de siembra. Canaán

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	86369.597	43184.799	2.21 ns
Variedad	3	3761039.39	1253679.80	64.18**
Formas S.	1	1215040.500	1215040.500	62.20**
Inter. V*F	3	1075105.774	358368.591	18.35**
Error	14	273466.57	19533.33	
Total	23	6411021.83		

C.V. = 9.95%; $R^2 = 0.96$

En la siembra por golpes, la variedad Choclito con 1493.68 kg ha⁻¹, supera a las variedades Ccoitu y Ccollana que son similares y presentan rendimiento de 1184.94 y 1139.71 kg ha⁻¹, respectivamente, y superiores a Pasankalla que alcanza 898.42 kg ha⁻¹.

Por otro lado, en los efectos simples de forma de siembra en cada una de las 4 variedades estudiadas se encontró en la prueba de Duncan, que las variedades Ccoitu, Ccollana y Choclito, la siembra a chorro continuo tiene rendimientos superiores a la siembra por golpes con rango que fluctúa entre 2262.74 y 1139 kg ha⁻¹, a excepción de la variedad Pasankalla, donde la siembra por golpes, con 898.42 tiene mayor rendimiento que la siembra a chorro continuo, con solo 796.83 kg ha⁻¹.

Los resultados ratifican lo encontrado por Aracena (2016), sin embargo, el rendimiento alcanzado por Pasankalla es bajo, lo que puede atribuirse a que al ser una variedad de altura no se adapta a las condiciones de valle, como es Canaán. Las otras variedades son más plásticas y también se adaptan a las condiciones de Canaán y mantienen su potencial.

Tabla 3.8. Prueba de Duncan de los efectos simples de rendimiento de granos de variedades de quinua en formas de siembra. Canaán

Formas S.	Variedad	n	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	ALS
Chorro continuo	Choclito	3	2262.74	a
	Ccoitu	3	2127.82	a
	Ccollana	3	1329.39	b
	Pasankalla	3	796.83	c
Golpes	Choclito	3	1493.68	a
	Ccoitu	3	1184.94	b
	Ccollana	3	1139.71	b
	Pasankalla	3	898.42	c

Tabla 3.9. Prueba de Duncan de los efectos simples de rendimiento de granos de formas de siembra en variedades de quinua. Canaán

Variedades	Forma de Siembra	n	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	ALS
Ccoitu	Chorro continuo	3	2127.82	a
	Golpes	3	1184.94	b
Ccollana	Chorro continuo	3	1329.39	a
	Golpes	3	1139.70	a
Choclito	Chorro continuo	3	2262.74	a
	Golpes	3	1493.58	b
Pasankalla	Golpes	3	898.42	a
	Chorro continuo	3	796.83	a

3.5. DEL MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

En la tabla 3.10 de mérito económico de los tratamientos de formas de siembra y variedades de quinua, se observa los rubros de costos de producción incurridos, el rendimiento total en cada tratamiento, los ingresos totales por venta del producto, la utilidad bruta y la rentabilidad de cada tratamiento o combinación.

El costo total de cada una de las combinaciones por hectárea de cultivos es de S/. 4770.22 soles que incluyen todos los gastos realizados en la producción.

Los rendimientos tienen un margen bastante amplio que va desde 796.83 kg ha⁻¹ hasta 2262.74 kg ha⁻¹, que demuestra el potencial de las variedades y la interacción entre los factores estudiados. Es de hacer notar que la variedad Pasankalla no ha mostrado en la presente campaña su potencial y es la que menos ha rendido, muy por debajo del promedio de rendimiento local de quinua.

En el rubro de ingreso total por venta del producto, proporcionalmente a los rendimientos de grano obtenidos se tuvo un rango desde 1788.98 soles hasta 13,574.44 soles. Se ha considerado el precio unitario de 6.00 soles por kilo de grano de quinua.

Considerando que la utilidad es el margen de los ingresos totales menos los costos de producción se obtuvieron utilidades negativas, así como positivas, como 8,806.22 soles que fue la mayor utilidad.

Al calcular la rentabilidad del cultivo, las mejores combinaciones fueron el tratamiento quinua variedad Choclito y la forma de siembra a chorro continuo arrojó la mayor rentabilidad con 184.61%, seguido del tratamiento quinua variedad Ccoitu y forma de siembra a chorro continuo con 167.64%; las otras combinaciones tuvieron rentabilidad menor a 88%. Las combinaciones que resultaron con menor rentabilidad fueron las combinaciones de quinua Pasankalla en ambas formas de siembra.

Tabla 3.10. Mérito económico de las combinaciones de formas de siembra y variedades de quinua. Canaan-2016

Tratamiento	Costo total S/.	Rend. kg^{ha}⁻¹	Valor de la cosecha	Utilidad neta S/.	Rentabilidad %
T ₁ (siembra a chorro continuo, variedad Choclito)	4770.22	2262.74	13576.44	8806.22	184
T ₄ (siembra a chorro continuo, variedad Ccoitu)	4770.22	2127.82	12766.92	7996.70	167
T ₅ (siembra en golpes, variedad Choclito)	4770.22	1493.68	8962.08	4191.86	87
T ₃ (siembra a chorro continuo, variedad Negra Ccollana)	4770.22	1329.39	7976.34	3206.12	67
T ₈ (siembra en golpes, variedad Ccoitu)	4770.22	1184.94	7109.64	2339.42	49
T ₇ (siembra en golpes, variedad Negra Ccollana)	4770.22	1139.71	6838.26	2068.04	43
T ₆ (siembra en golpes, variedad Pasankalla)	4770.22	898.42	5390.52	620.30	13
T ₂ (siembra a chorro continuo, variedad Pasankalla)	4770.22	796.83	4780.98	10.76	0

La rentabilidad del cultivo nos indica en qué medida se obtiene la ganancia por cada cien soles invertidos en el cultivo.

CONCLUSIONES

En base a los resultados y discusión realizados y bajo las condiciones donde se realizó el experimento se concluye:

1. Los días de madurez fisiológica de las dos formas de siembra de la quinua son similares, con 179 días. La altura de planta y longitud de panoja de las variedades es similar en las formas de siembra, con rango de 132.33 a 106.90 cm y de 60.10 a 43.93 cm, respectivamente. Se encontró efecto de la interacción formas de siembra * variedad en el rendimiento de grano; en siembra a chorro continuo, las variedades Choclito y Ccoitu, fueron superiores con 2262 y 2127 kg ha⁻¹, mientras que, en golpes, la variedad Choclito fue superior con 1493 kg ha⁻¹.
2. El menor periodo de madurez fisiológica se presenta en la variedad Pasankalla con 165 días. La mayor altura de planta y longitud de panoja se alcanzó en variedades Ccoitu, Ccollana y Choclito con rango 132.33 a 128.56 cm y 60.10 a 51.57 cm, respectivamente. El rendimiento de granos de quinua de las variedades Ccoitu y Choclito está influido por la forma de siembra, siendo el rango de 2262.74 a 1184.94 kg ha⁻¹.
3. El mayor mérito económico se logró con la forma de siembra a chorro continuo y variedad Choclito con 184% de rentabilidad, seguido de la forma de siembra a chorro continuo y variedad Ccoitu con 167.64%; las combinaciones que resultaron con menor rentabilidad fueron ambas formas de siembra con la variedad Pasankalla.

RECOMENDACIONES

- Para tener resultados más consistentes sobre las combinaciones estudiadas, se deben repetir el experimento en otras épocas de cultivo, así como en periodo de lluvias.
- La variedad Choclito ha demostrado mejor potencial, por lo que se puede recomendar en siembra a chorro continuo.
- Incorporar en los ensayos abonos como el guano de isla u otro abono orgánico que esté al alcance del agricultor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, P. (2001). Manejo del cultivo de quinua en el altiplano peruano. Primer taller internacional sobre quinua. Editores S – E Jacobsen, A. Mujica y Z. Portillo. Lima. Perú.
- Aguilar, P. y Jacobsen, S.E. (2003). Cultivation of quinoa on the Peruvian altiplano. *Food Reviews International*, 19:1. p. 31-41
- Apaza, V. (2005). Manejo y mejoramiento de quinua orgánica. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Perú.
- Apaza, V. Cáceres, G. Estrada, R. y Pinedo R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. INIA. Lima, Perú.
- Apaza, V. y Delgado, P. (2005). Manejo y mejoramiento de quinua orgánica. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Perú. Consultado: 18/05/2016
- Aracena, G. (2016). Comparación de tres técnicas de siembra y desarrollo del cultivo de quinua en la Quebrada de Humahuaca – Jujuy. INTA-IPAF noa – Maimara-Jujuy. Argentina. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_comparacin_de_tres_tnicas_de_siembra_y_desarr.pdf. Consultado: 12/08/2016.
- Diehl, R. y J. M. Mateo Box. (1973). *Fitotecnia General*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- FAO. (2019). Plataforma de investigación de la quinua. Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/quinoa-platform/quinoa/alimento-nutritivo/es/> Consultado: 23/01/2019.
- León Hanco, J. (2003). Cultivo de la quinua en Puno – Perú. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cultivo-quinua-puno-peru/cultivo-quinua-puno-peru.pdf>. Consultado: 03/06/2016.
- Marca, S. V. 2001. Producción y manejo de semilla de quinua. Primer taller internacional sobre quinua. Lima. Editores S. – E Jacobsen, A. Mujica y Z. Portillo. Lima. Perú.
- Mujica, A. (1993). Cultivo de quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 11. Lima, Perú.
- Mujica, A. (1997). Cultivo de quinua. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual RI N° 1-97. Lima, Perú.

- Mujica, A. et al. (2009). Agronomía del Cultivo de la Quinoa. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm>. Consultado: 10 de noviembre de 2016.
- Mujica, A. y Canahua, A. (1989). Fenología del cultivo de la quinoa. En curso taller de fitopatología de cultivos andinos y uso de la información agro meteorológica. PICA. INIIA. Puno, Perú.
- Mujica, A., Jacobsen S.E., Izquierdo, J., Marathe, J. P. (2001). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. Santiago, Chile.
- PROINPA. (2005). Variedad de quinoa “Kurmi”. Fundación Proinpa. Bolivia. Disponible en: <http://inta.gob.ar/Proinpa>. 2005. Variedad de quinoa “Kurmi”. [sites/default/files/script-tmp-inta_comparacin_de_tres_tcnicas_de_siembra_y_desarr.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_comparacin_de_tres_tcnicas_de_siembra_y_desarr.pdf). Consultado: 20/10/2017.
- Sánchez, F. (2013). Proyecto de factibilidad de inversión privada para instalación de un semillero de quinoa. Sierra Exportadora. Lima, Perú.
- Scotto, F. y M. Chech. (2017). Manual de producción de quinoa orgánica. Disponible en: http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/01/21-Manual_-_Organica_Quinoa12.pdf. Consultado: 23/09/2017.
- Siembra de quinoa en el Perú. Disponible en: <http://www.irvg.org/es/noticias/117-siembra-de-quinua-en-el-peru.html> Consultado: 10 de noviembre 2017.
- Solid Perú – OPD. (2010). Tecnología productiva de la Quinoa. Solid Perú. Ayacucho, Perú.
- Tapia, M. et al. (1979). La Quinoa y la Kañiwa. Cultivos Andinos. Edit. IICA. Bogotá, Colombia.
- Todo sobre la quinoa. (2008). Abonamiento y siembra de la quinoa. Disponible en: <http://laquinua.blogspot.pe/2008/04/abonamiento-y-siembra-de-la-quinua.html>. Consultado: 12/01/2018.

ANEXOS

Anexo 1. Datos promedios para el procesamiento estadístico

BLOQ	FORM	VARI	ALTP	LONP	REND	MADF
B1	GO	CHOCLI	122.0	61.4	1654.80	191
B1	GO	PASANK	126.4	38.0	373.82	165
B1	GO	CCOLLA	132.8	45.4	1171.45	181
B1	GO	CCOITO	127.0	46.8	1054.78	181
B1	CH	CHOCLI	133.6	50.2	2173.85	191
B1	CH	PASANK	97.2	51.2	323.82	165
B1	CH	CCOLLA	121.8	48.6	1192.88	181
B1	CH	CCOITO	143.2	51.0	2038.14	181
B2	GO	CHOCLI	127.8	72.6	1240.50	191
B2	GO	PASANK	95.2	38.0	459.53	165
B2	GO	CCOLLA	141.0	45.8	1107.17	181
B2	GO	CCOITO	123.6	48.4	1250.03	181
B2	CH	CHOCLI	132.0	56.8	2200.04	191
B2	CH	PASANK	104.8	34.0	354.77	165
B2	CH	CCOLLA	126.0	49.8	1247.64	181
B2	CH	CCOITO	138.6	54.0	1952.42	181
B3	GO	CHOCLI	120.0	58.4	1585.75	191
B3	GO	PASANK	104.6	51.6	361.91	165
B3	GO	CCOLLA	129.0	61.8	1140.50	181
B3	GO	CCOITO	121.8	59.2	1250.03	181
B3	CH	CHOCLI	136.0	61.2	2414.33	191
B3	CH	PASANK	113.2	50.8	211.91	165
B3	CH	CCOLLA	137.6	78.6	1547.65	181
B3	CH	CCOITO	139.8	50.0	2392.91	181

Anexo 2. Panel fotográfico



Foto1: Vista general del Experimento



Foto2: Siembra de quinua por golpes.



Foto 3: Siembra de quinua a chorro continuo.



Foto 4: Siembra de quinua a chorro continuo.

Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Canaán, 2750 msnm-Ayacacucho

por Wilber Barrientos Flores

Fecha de entrega: 16-mar-2023 12:24a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2038350185

Nombre del archivo: TESIS_WILBER_BARRIENTOS_2023-correcto.docx (1.88M)

Total de palabras: 12442

Total de caracteres: 62975

Formas de siembra y variedades en el rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd). Canaán, 2750 msnm-Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	11%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5%
3	1library.co Fuente de Internet	1%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	alimentosargentinos.magyp.gob.ar Fuente de Internet	1%
7	creativecommons.org Fuente de Internet	1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

9

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

10

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo