

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN HUANUCO

**FACULTAD DE CIENCIA AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE QUINUA *Chenopodium quinua Willd* VARIEDAD BLANCA
JUNIN EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE PAUCARTAMBO-
PASCO- 2015**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

HERRERA MEDINA PEDRO CARTER

HUANUCO- PERÚ

2016

DEDICATORIA

A DIOS, por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me regala los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, las alegrías y los obstáculos que se me presentan constantemente. A mis queridos padres Prudencio Herrera Aguirre y Jeremías Medina Alvarado, quienes me inculcaron principios fundamentales para enfrentar la vida y por brindarme siempre su apoyo incondicional; mi sincero agradecimiento por haberme depositado su confianza e impartido sus sabios y consejos.

A mi esposa Luz María Moya Abad y a mi hija; por ser el motivo para seguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por ser mi guía y fiel compañía en cada momento de mi vida.

Al Ing. Santos Jacobo Salinas; a quien expreso mi gratitud por su desinteresado y valiosa orientación durante la ejecución del presente trabajo.

A mi asesor Ing. Juan Castañeda Alpas, por haberme brindado su apoyo incondicional, dedicación y paciencia al instruirme y transmitirme sus conocimientos durante la elaboración de este trabajo de investigación.

Todos ellos han sido de mucha influencia en el desarrollo de este trabajo de investigación, gracias por su mano amiga en mis aciertos y desaciertos, gracias a todos mis seres queridos logre superar satisfactoriamente una etapa más de mi vida profesional.

RESUMEN

La investigación efecto de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de quinua *Chenopodium quinua Willd* variedad blanca Junín en condiciones agroecológicas de Paucartambo-Pasco, el clima es frío templado, la zona de vida bosque seco - Montano Bajo Tropical, (bs- MBT). El tipo de investigación aplicada, nivel experimental la población constituida por las plantas de quinua por experimento a razón de 8 kg/ha. El diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) las observaciones fueron tamaño y número de ramificaciones por panoja, peso de granos por planta y área neta experimental. Las técnicas de recolección de información bibliográfica y de campo fueron el análisis de contenido, fichaje, observación y los instrumentos las fichas, la libreta de campo. Los resultados permitieron concluir; que existen diferencias significativas en el número de ramificaciones por planta con rangos entre 34,75 y 31,00 en tamaño de panoja entre 81,00 a 73,50 cm , el rendimiento por metro cuadrado entre tratamientos son de 0,29 a 0,24 kg que al ser transformados a hectárea el promedio más alto 2 850 kilos (T1: DS: 0,50 m) difiriendo estadísticamente del testigo quien obtuvo 2 487.50 kilos recomendando realizar estudios sobre densidad de siembra en las diferentes variedades de quinua y localidades para determinar con mayor precisión la densidad adecuada y los rendimientos del cultivo.

Palabras claves: Densidad de siembra – rendimiento – condiciones agroecológicas

SUMMARY

The research effect of seed density on the yield of quinoa *Chenopodium quinoa* Willd white variety Junin in agroecological conditions of Paucartambo-Pasco, the climate is cold tempered, the dry forest living area - Montano Bajo Tropical, (bs- MBT). The type of applied research, experimental level the population constituted by quinoa plants per experiment at the rate of 8 kg / ha. The design of Completely Random Blocks (DBCA) observations were size and number of branches per panoja, grain weight per plant and net experimental area. The techniques of collection of bibliographical information and of field were the analysis of content, signing, observation and the instruments the fichas, the field book. The results allowed to conclude; That there are significant differences in the number of branches per plant with ranges between 34.75 and 31.00 in panoja size between 81.00 and 73.50 cm, yield per square meter between treatments are 0.29 to 0, 24 kg that when being transformed to hectare the average highest 2 850 kilos (T1: DS: 0.50 m) differing statistically from the witness who obtained 2 487.50 kilos recommending to carry out studies on density of sowing in the different varieties of quinoa and localities for Determine more accurately the appropriate density and yields of the crop.

Key words: Density of sowing - yield - agroecological conditions

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	08
II. MARCO TEÓRICO.	11
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
2.1.1. Origen, distribución y clasificación taxonómica	11
2.1.2. Características agroecológicas	13
2.1.3. Características agronómicas	15
2.1.4. Densidad de siembra	16
2.1.5. Métodos de siembra	17
2.1.6. Rendimiento	18
2.1.7. Desarrollo fenológico	19
2.1.8. Plagas y enfermedades	20
2.1.9. Valor nutricional	20
2.2. HIPÓTESIS	20
2.3. VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	22
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.	22
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	23
3.3. POBLACION, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	23
3.4. FACTORES Y TRATAMIENTO EN ESTUDIO	24
3.5. PRUEBA DE HIPOTESIS	24
3.5.1. Diseño de la investigación	24
3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de información	32
3.5.2.1. Técnicas bibliográficas y de campo	32

3.5.2.2. Instrumento de recolección de información	32
3.5.3. Datos registrados	33
3.6. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	34
3.6.1. Labores agronómicas	34
3.6.2. Labores culturales.	35
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN	48
CONCLUSIONES.	51
RECOMENDACIONES	52
LITERATURA CITADA	53
ANEXOS	56

I. INTRODUCCIÓN

Comprender las características del crecimiento económico del país es una necesidad urgente, que pese a la integración de la economía nacional al mundo global moderno y el ambicioso proyecto neoliberal de reformas estructurales aplicadas en los años 1990 seguimos teniendo una ineficiente articulación económica del territorio, un incremento del centralismo político y económico de la capital de la república, una inequitativa concentración territorial de los recursos y excedentes y la pobreza extendida en el territorio nacional en especial en las zonas rurales..

La globalización exige la competitividad de los agricultores en el mercado, y si trabaja con eficiencia el cultivo de la quinua será una alternativa de competir en el mercado nacional como internacional con otros productos nacionales logrando el desarrollo y mejoramiento de la población que tendrá acceso a mejores condiciones de vida y salir de la extrema pobreza que se encuentra muestra provincia tan olvidada por nuestros gobernantes.

Llevar a los agricultores los beneficios de la densidad y rendimiento contribuye a la mejora de la dinámica de nuestro país y en particular la limitada economía de los agricultores. En Paucartambo el uso de la densidad de siembra es muy reducido y por ello es importante desarrollar tecnologías apropiadas para incentivar a los agricultores a emplear este sistema de siembra. El desafío es disponer de técnicas sencillas y de bajo costo para poder manejar integralmente los sistemas de producción agrícola y de esta

manera regular el sistema de densidad de siembra y también reducir los problemas de rendimiento.

Las causas y efecto del incremento de la pobreza y la falta de acceso a fuentes de trabajo productivo que genere ingresos y la falta de capacidad de inversión propia por parte de los agricultores y de capacidad para acceder al mercado para la comercialización de sus productos, conlleva a una baja productividad, el manejo de densidad de siembra y rendimiento constituye en todo cultivo que se pueda emplear, una excelente alternativa, para que puedan desarrollarse más.

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

El estudio aporta una guía en densidad y rendimiento en el cultivo de la quinua donde el objetivo fue evaluar el efecto la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de quinua *Chenopodium quinua Willd* variedad blanca Junín en las condiciones agroecológicas de Paucartambo -Pasco y los objetivos específicos:

1. Medir el efecto de la densidad de siembra en el número de panojas por planta en el cultivo de quinua variedad blanca Junín en las condiciones agroecológicas de Paucartambo -Pasco.
2. Evaluar efecto la densidad de siembra en el tamaño de panojas por planta en el cultivo de quinua variedad blanca Junín en las condiciones agroecológicas de Paucartambo -Pasco.

3. Determinar el efecto de la densidad de siembra en el peso de granos por planta en el cultivo de quinua variedad blanca Junín en las condiciones agroecológicas de Paucartambo -Pasco

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Origen, distribución y clasificación taxonómica

Balladlid (2001) manifiesta que la quinua fue domesticada 5 000 años aC, información basada en los hallazgos arqueológicos hechos en Ayacucho. Su cultivo se extendió a casi toda la región andina: Perú, Bolivia, partes de Ecuador, Chile, Argentina y Colombia.

La palabra quinua o quinoa es de origen quechua. Era considerada en la época del apogeo incaico, un alimento sagrado, siendo empleada además para usos medicinales. Según los cronistas, en las fiestas religiosas la quinua se ofrecía al Dios Inti (Sol) en una fuente de oro, y cada año era el mismo Inca quien se encargaba de iniciar la siembra en importantes ceremonias.

Mujica (1993) sostiene que la zona andina comprende uno de los ocho mayores centros de domesticación de plantas cultivadas del mundo, dando origen a uno de los sistemas agrícolas más sostenibles y con mayor diversidad genética. La quinua, muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco) – Perú.

La quinua fue cultivada por las civilizaciones prehispánicas, y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces, considera que la quinua se habría originado en el hemisferio norte (México y Estados Unidos), en base a estudios de los *Chenopodium* cultivados, concluyendo que *Ch. nuttalliae* y *Ch. quinoa*, son específicos distintos, pero con sus formas silvestres acompañantes, sugiriendo cambios en la nomenclatura existente, como son incluir dentro de *Ch. quinoa* ssp. *milleanum* las diferentes subespecies de *Ch. hircinum* y a la especie mexicana cultivada reducirla como una subespecie de *Ch. berlandierii*, del mismo modo sugiere que la quinua se habría derivado directamente de algún tipo silvestre en los Andes.

Paredes (1993) menciona la siguiente clasificación taxonómica:

Reyno : Vegetal

División : Fenerógamas

Clase : Dicotiledoneas

Sub clase : Angiospermas

Orden : Centrospermales

Familia : Chenopodiáceas

Genero : *Chenopodium*

Sección : Chenopodia

Subsección : Cellulata

Especie : *Chenopodium quinoa* Willd

Nombre común : Jiura, Quiuna.

2.1.2. Características agroecológicas

Clima

Mujica (1999) sostiene que la quinua prospera bien en zonas entre 2 000 a 3 000 msnm . Las precipitaciones anuales de 600 a 2600 mm son las más apropiadas y la mínima no debe ser menor a 400 mm , el cultivo puede soportar la sequía pero no en exceso. En alturas mayores a los 3 000 msnm la concentración de las lluvias afecta a este cultivo. La temperatura óptima es de 9 a 16 °C y puede soportar heladas de -5° ; las altas temperaturas diurnas de veranillos prolongados producen la formación de la panoja lo que se traduce en bajos rendimientos. La alta iluminación solar favorece a este cultivo ya que estimula una mayor fotosíntesis y su periodo vegetativo precoz es de 160 días.

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.

Noriega (1990) manifiesta que se tiene el cultivo de quinua desde orillas del mar (Majes - Arequipa) hasta altitudes más de 4 000 msnm (Laraqueri - Puno). La adaptabilidad de la quinua a condiciones agroecológicas diferentes como suelos (diferentes pH), altitudes, climas etc. han permitido su cultivo en regiones no aptas para la agricultura, especialmente en lugares donde antes no se practicaba la agricultura.

La quinua presenta características fisiológicas que le confiere tolerancia a la sequía, aunque las quinuas de valle son relativamente diferentes en cuanto a requerimientos hídricos.

AGRILOGICA (2012?) la quinua, un cultivo "fantástico" no sólo por sus propiedades alimenticias sino también por su plasticidad de adaptabilidad en diferentes medios climáticos, ha despertado el interés de

investigadores en todo el mundo, teniéndola como potencial para su futuro cultivo en zonas desérticas

Suelos

Fries (1985) manifiesta que la quinua prefiere suelos francos a franco-arenosos, profundos a semi profundos, con buen drenaje y buen contenido de materia orgánica. La quinua no soporta el anegamiento, en cuestión de 48 o más horas produce la asfixia de raíces y la marchites de la planta, razón por la cual un buen drenaje del suelo es importante para el cultivo de la quinua

La quinua requiere adecuada preparación del suelo, es trascendental para la buena germinación de la semilla, ya que el tamaño de la semilla es exigente o requiere de un mullido fino, por tanto, su posterior emergencia de las plántulas. Los suelos deben ser franco limosos o franco arcillosos, franco arenosos pH de 6,3 – 7,3 y tener buen drenaje.

pH

García (1994) 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.

La quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 mS/cm, y cuando se encuentra en estas condiciones extremas de concentración salina el periodo de germinación se puede retrasar hasta en 25 días

Precipitación

De 300 a 1 000 mm de precipitación donde las condiciones pluviales varían según la especie y/o país de origen. Las variedades del Sur de Chile

necesitan mucha lluvia mientras que del Altiplano muy poca. En general crece muy bien con una buena distribución de lluvia durante su crecimiento y desarrollo, y condiciones de sequedad, especialmente durante su maduración y cosecha.

2.1.3. Características agronómicas

Manrique (1997) menciona que la quinua requiere una adecuada preparación del suelo que es trascendental para la buena germinación de la semilla, ya que el tamaño de la semilla es exigente o requiere de un mullido fino.

Mujica (1993) indica que la cantidad de semilla por hectárea de quinua es de 8 a 15 kg/ha ; los mismos que se reajustan de acuerdo al tamaño de semilla, modalidades de siembra y del tipo de agroecosistema. Densidades mayores se emplean en variedades de tamaño grande (diámetros de semilla mayores a 2 mm), en siembras al voleo y en agroecosistema pampa; mientras bajas densidades se usan en variedades de semilla pequeña, en modalidad de siembra en surcos, en agroecosistema waru waru (se descuenta el área que corresponde a los canales) y en siembras en hoyos.

La fertilización estará de acuerdo a las necesidades de la planta lo cual debe guiarse por el análisis del suelo y por las recomendaciones técnicas sobre fertilización existentes para la zona. La quinua es exigente en nitrógeno, medianamente en fósforo y poco en potasio; el nitrógeno debe ser fraccionado a la siembra y al inicio del panojamiento

Deshierbar permite controlar de manera natural la presencia de malezas en el cultivo. El aporque permite facilitar un buen sostén y aireación a las plantas, lo que va a contribuir a dar mayor vigor al cultivo en general.

2.1.4. Densidad de siembra

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

El método de siembra en surco es el más adecuado y utilizado porque facilita realizar las labores agrícolas en forma eficiente, en menor tiempo y a bajo costo. La densidad de siembra es lograr una población adecuada de plantas que tengan un crecimiento y desarrollo vigoroso, por ello las densidades de siembra recomendadas para producción de semilla son menores a aquellas recomendadas para producción comercial. Las densidades de siembra dependen de la calidad fisiológica de la semilla cuyo porcentaje de germinación debe alcanzar a 98 % y en todo caso no menor de 85 %. Con base a esta información, los semilleros de quinua se puede instalar con 10 y 12 kg/ha .

Hoseney (1991) manifiesta que la densidad de siembra varía según la zona de producción y las técnicas empleadas para la siembra. En el altiplano Boliviano la siembra se realiza empleando la densidad de 7 y 8 kg/ha, en cambio en el altiplano peruano la densidad es de 4 a 6 kg/ha. En condiciones de valle y suelos fértiles, la densidad puede ser mucho más alta.

2.1.5. Métodos de siembra

Coronel (2001) manifiesta que existen diferentes métodos de siembra, desde las tradicionales hasta las mecanizadas. Cada método tiene sus ventajas y desventajas, entre los principales podemos indicar:

a) Voleo surco, voleo rastra

Una vez seleccionado el terreno, la siembra se procede con la distribución de la semilla al voleo, y luego se pasa con arado para incorporar la semilla en el dorso del surco. El voleo rastra es una versión modificada de la anterior con la diferencia que la semilla se incorpora en forma extensiva por efecto de la rastra.

b) Surco voleo

Se desarrolla con la apertura de surcos en toda la extensión del terreno a sembrarse, la semilla se deposita en alguna forma al voleo, pero en dirección de los surcos, el tapado de la semilla se realiza con ramas de arbustos.

c) Hoyos

Se practica particularmente en el altiplano sur, consiste en la apertura de hoyos, hasta encontrar tierra húmeda, donde después de realizar una pequeña remoción se deposita hasta 140 semillas por hoyo, luego se procede al tapado inicialmente con la tierra húmeda, luego con tierra seca en un espesor que puede variar entre 5 a 10 cm .

La distancia entre hoyos varía entre de 1 a 1,40 m dependiendo del contenido de humedad en el momento de la siembra.

d) Hileras

Es un método mecanizado que se utilizan sembradoras ajustadas, que siembran a chorro continuo con distancia entre hileras de 40 cm . También se puede mencionar a la Sembradora Satiri I en el altiplano sur, que permite

la siembra por hileras separadas a 1 m de distancia. Esta sembradora tiene un dispositivo que permite depositar unas 80 semillas a intervalos de 1 m .

2.1.6. Rendimiento

Ortiz (1979) la producción mundial de quinua a nivel internacional son: Bolivia, Perú, Ecuador, y Colombia. Bolivia con más de 47 534 ha cultivadas y alrededor de 30 412 t cosechadas, de las cuales un 49 % es consumida por las familias productoras, 35 % se venden en los mercados locales y el resto para mercados externos, constituyéndose así como el primer productor y exportador de quinua en el mundo, siendo productores.

El Perú viene incrementando su producción habiendo sembrado y cosechado cerca de 27 000 ha, producidas especialmente en Puno, Cuzco y Junín de las cuales gran proporción se dedica al autoconsumo y mercado interno, y mínimamente al mercado externo. Ecuador tiene aproximadamente 1000 ha en producción, se ha reportado en estos últimos años unas 200 ha. de producción, en los Estados Unidos (Colorado), 800 ha en Canadá, 100 ha en Dinamarca y 20 ha en Alemania, entre otros.

El rendimiento promedio nacional de 0,678 t/ha y regional de 0,705 t/ha es relativamente bajo comparado con los rendimientos potenciales obtenidos en los trabajos de investigación y en producción de semilla a nivel comercial por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos.

Repo Carrasco (1992) en investigación sobre la distancia y profundidad de siembra en la localidad de Colchane (altiplano), encontró que los rendimientos en promedio alcanzaron a 583 kg/ha

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

Banco Agrario del Perú (1990) indican que los rendimientos obtenidos en la zona central, alcanzan a 2 960 kg/ha.

2.1.7. Desarrollo fenológico

Othon (1996) las etapas fenológicas definen los diferentes estados de desarrollo del ciclo biológico de la planta. El desarrollo fenológico de la quinua comprende 6 fases:

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

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

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

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

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

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

2.1.8. Plagas y enfermedades

Manrique (1997) menciona que la quinua está expuesta a una serie de plagas y enfermedades que afectan principalmente el follaje, tallo, panoja y granos, pero el mayor daño es ocasionado por la polilla y el Mildiu. En condiciones favorables para su desarrollo, pueden ocasionar pérdidas de hasta 100 %.

2.1.9. Valor nutricional

Ríos (1997) registra el siguiente valor nutricional:

Tabla N° 01. Valor nutricional de la quinua

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

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

2.2. HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación

Si aplicamos diferentes densidades de siembra, entonces obtendremos un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinua Willd*) variedad blanca Junín en condiciones agroecológicas de Paucartambo -Pasco.

Hipótesis específicas

1. Las diferentes densidades de siembra tienen efectos significativos en el número de panojas por planta del cultivo de quinua.
2. Las diferentes densidades de siembra tienen efectos significativos en el tamaño de panoja por planta del cultivo de quinua.
3. Las diferentes densidades de siembra tienen efectos significativos en el peso de granos por planta, por área neta experimental y por hectárea.

2.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Variable independiente: Densidad de siembra

Variable dependiente: Rendimiento

Variable interviniente: Condiciones agro ecológicas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

Se desarrolló en la localidad de Paucartambo -Pasco, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

Posición geográfica

Latitud Sur	:	8° 31` 35”
Longitud Oeste	:	76° 11` 28”
Altitud	:	2 800 msnm.

Ubicación política

Región	:	Pasco
Provincia	:	Pasco
Distrito	:	Paucartambo.
Localidad	:	Paucartambo.

Las características agroecológicas de la zona son:

Clima

Según la clasificación de las regiones naturales del Perú realizado por Javier Pulgar Vidal, Paucartambo está situado en la Región Quechua, con temperatura promedio de 14,5 °C con precipitaciones estacionales y una

humedad relativa de 60 % en promedio. Las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio a agosto, por estas variaciones hacen que la localidad de Paucartambo tenga un clima templado, hasta templado frío.

Según el diagrama bioclimático de Holdridge el área se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT).

Suelo

Paucartambo posee suelos franco arcillosos y la topografía es accidentada, los cultivos que predominan son el trigo, quinua y la papa.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Aplicada, porque generó conocimientos tecnológicos expresados en la densidad de siembra óptima destinados a la solución del problema de los bajos rendimientos que obtienen los agricultores en el Distrito de Paucartambo dedicados al cultivo de quinua.

Nivel de investigación.

Experimental, porque se manipuló la variable independiente densidad de siembra, con diferentes distanciamientos entre surcos, se midió el efecto en el rendimiento y se comparó los resultados con un testigo que constituye la densidad de siembra local del agricultor.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

Estuvo constituida por la totalidad de plantas de quinua por experimento y por unidad experimental a razón de 8 kg/ha .

Muestra

Estuvo constituida por las plantas de quinua de las áreas netas experimentales y de cada área neta experimental

Tipo de muestreo

Probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de quinua al momento de la siembra tuvieron la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

La unidad de análisis fue la parcela con las plantas de quinua.

3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Tabla 02. Tratamientos en estudio

Claves	Distanciamientos entre surcos
T ₁	DS: 0,50
T ₂	DS: 0,70
T ₃	DS: 0,80
T ₀	DS: 0,60

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental, en forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos, 4 repeticiones; haciendo un total de 16 unidades experimentales. El análisis se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal.

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

Donde:

Y_{ij}	=	Observación de la unidad Experimental
U	=	Media general
T_i	=	efecto del i – ésimo tratamiento
B_j	=	Efecto del j – ésimo repetición
E_{ij}	=	Error aleatorio

El esquema del análisis estadístico fue el Análisis de Variancia ANDEVA al 0,05 y 0,01 para determinar la significación en repeticiones y tratamientos, y para la comparación de los promedios, en tratamientos la Prueba de DUNCAN, al 0,05 y 0,01 de margen de error.

Esquema de Análisis de Variancia para el Diseño (DBCA)

Fuente de Variación (f.v.)	Grados de Libertad (gl)
Bloques (r – 1)	3
Tratamientos (t – 1)	3
Error experimental (r – 1) (t – 1)	9
TOTAL (r t – 1)	15

Características del campo experimental.

Campo experimental.

A: Longitud del campo experimental	: 25.00 m .
B: Ancho del campo experimental	: 17.60 m .

C: Área de calles y caminos (440 – 312)	: 128 m ²
D: Área total del campo experimental	: 440 m ²

Característica de los bloques.

A: Número de bloques	: 4
B: Tratamiento por bloque	: 4
C: Longitud del bloque	: 15,60 m .
D: Ancho de bloque	: 5 m.
E: Área total del bloque	: 78 m ² .
F: Ancho de las calles	: 1,00 m .

Características de la parcela experimental.

A: Longitud de la parcela	: 5,00 m .
B: Ancho de la parcela	: 3,0 , 3,60, 4,20 y 4,8 m.
C: Área total de la parcela	: 15, 18, 21, y 24 m ² .
D: Área neta de parcela	: 4, 5,76, 7,84, y 10,24 m ² .

Características de los surcos.

A. Longitud de surcos por parcela	: 5,0 m.
B. Distanciamiento entre surcos	: 0,50 0,60 0,70 y 0,80 m

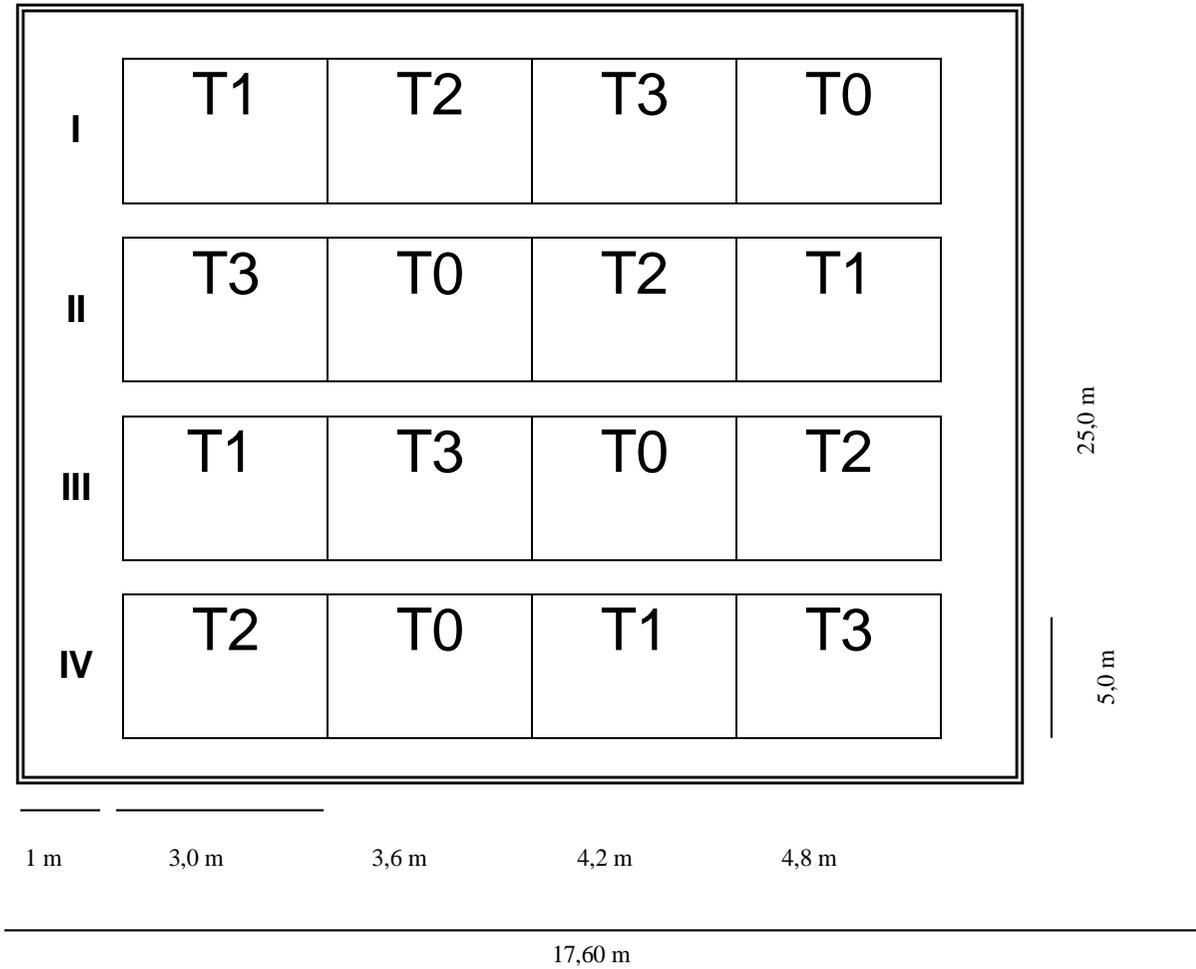


FIG 01. DETALLE DEL CAMPO EXPERIMENTAL – QUINUA

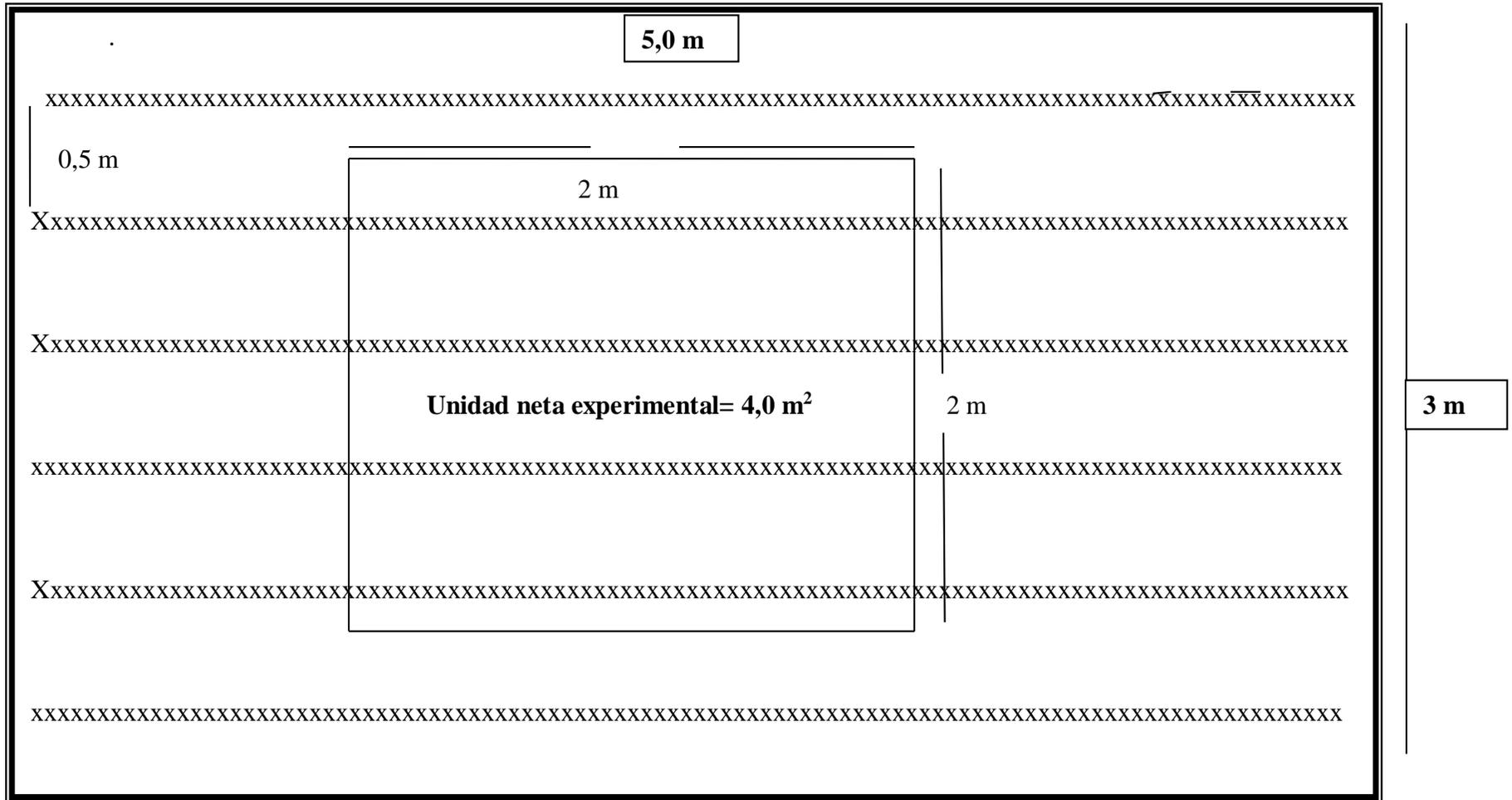


Fig. 02 Croquis de la parcela experimental (DS: 0,50)

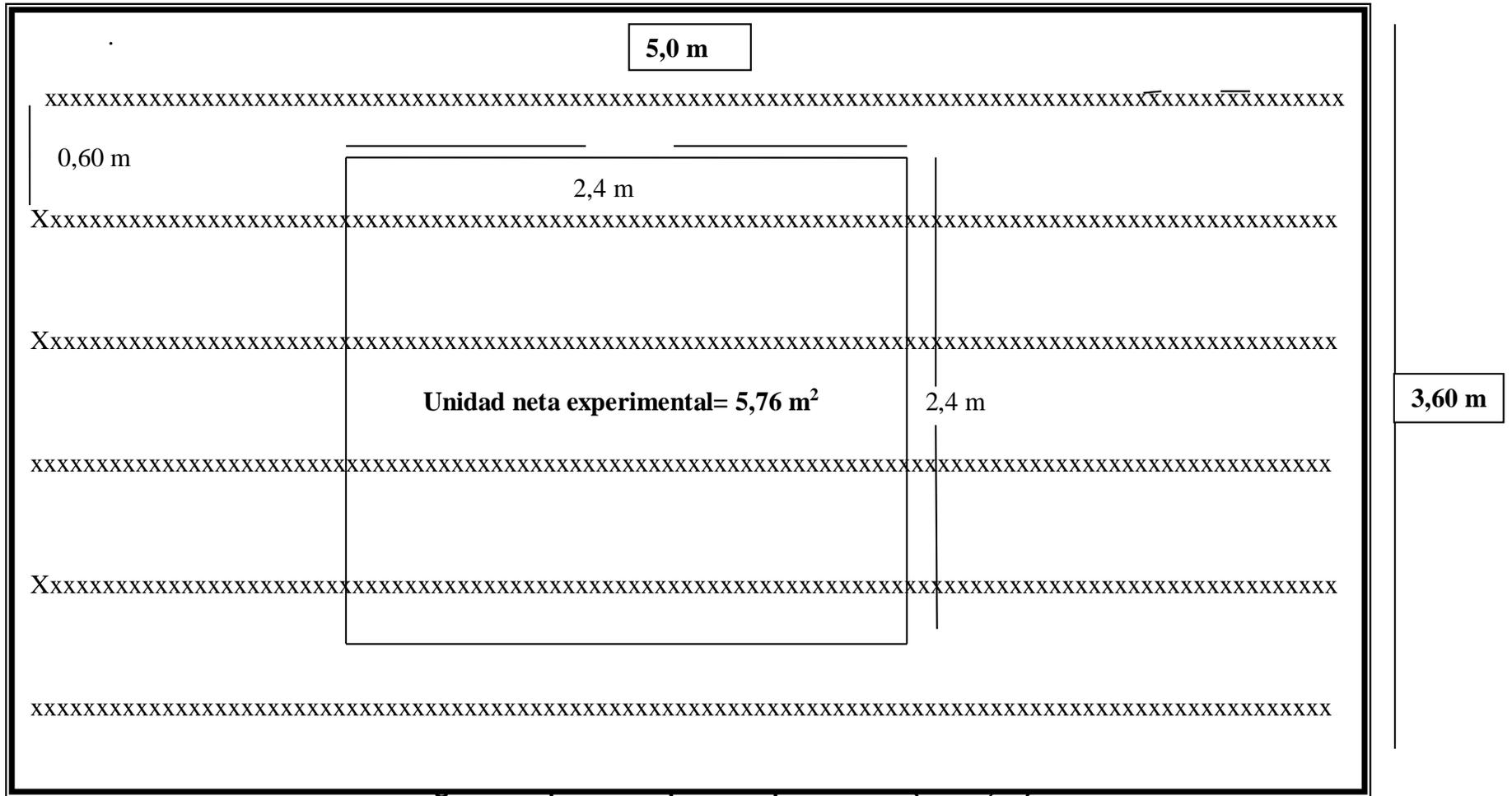


Fig 03 Croquis de la parcela experimental (DS: 0,60)

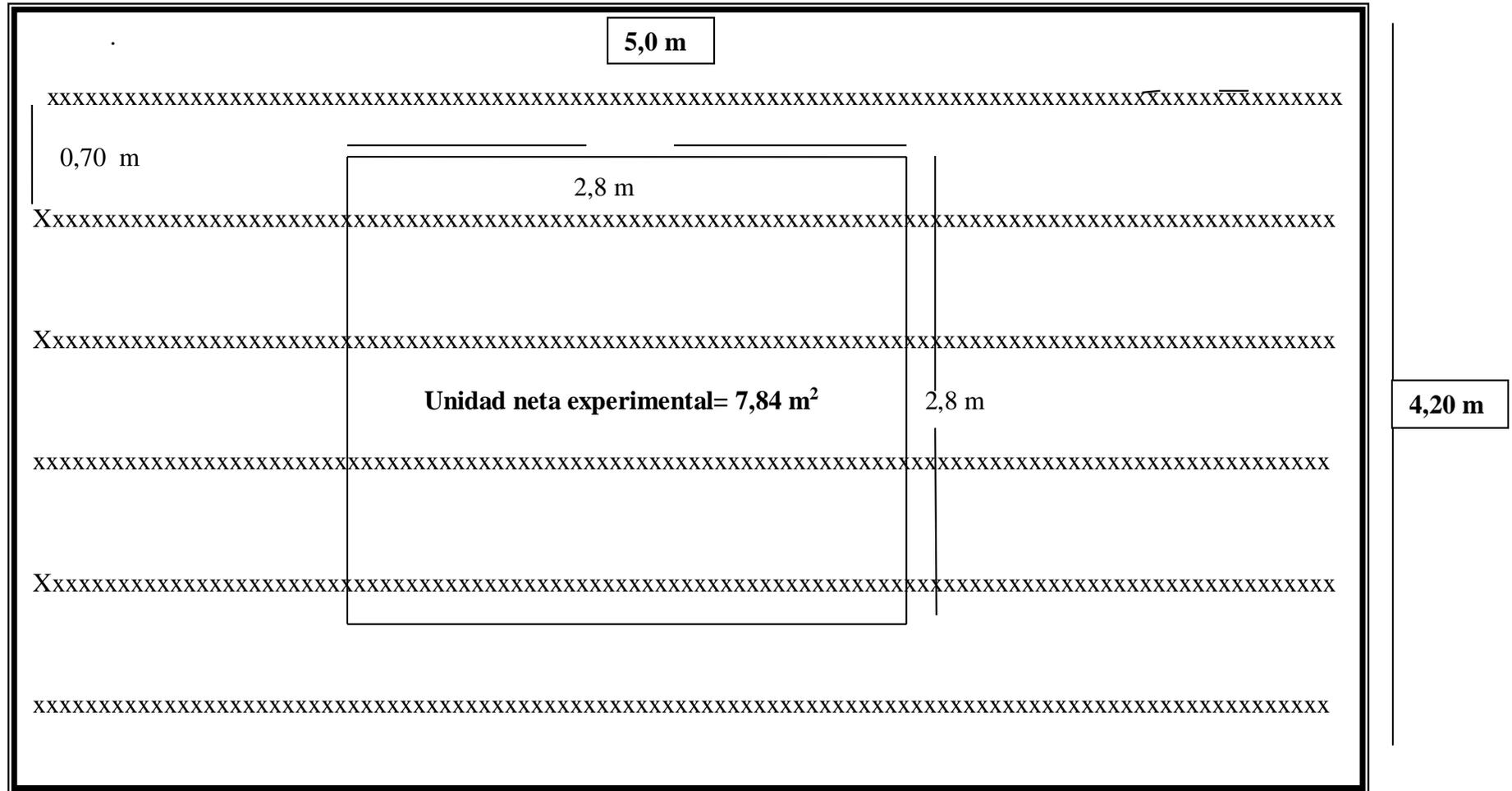


Fig 04 Croquis de la parcela experimental (DS: 0,70)

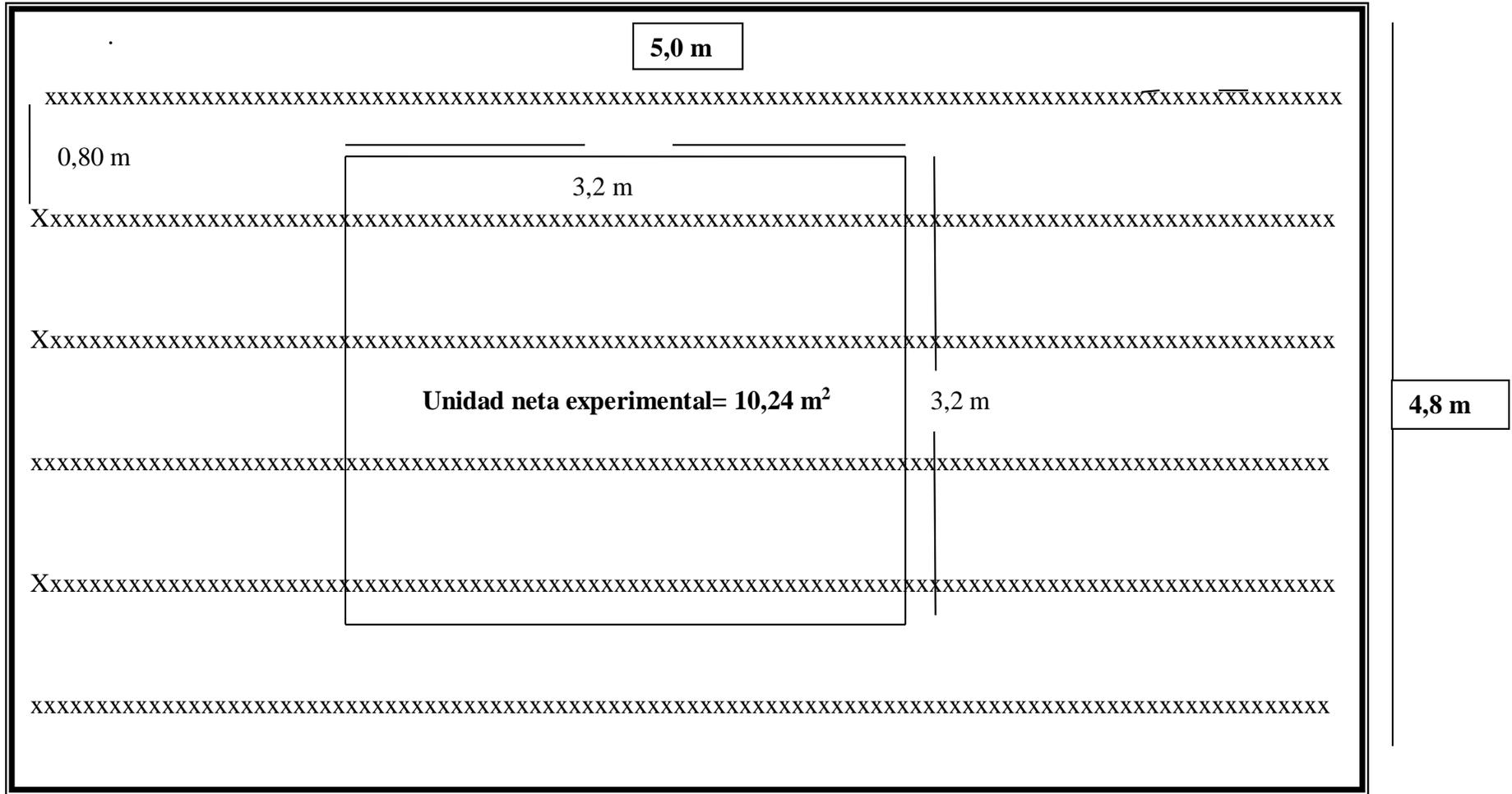


Fig 05 Croquis de la parcela experimental (DS: 0,80)

3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.5.2.1. Técnicas bibliográficas y de campo

Análisis de contenido

Fue el estudio y análisis de maneras objetivas y sistemáticas de los documentos leídos sobre el tema de investigación, redactadas según modelo del IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)).

Fichaje

Permitió recolectar la información bibliográfica para elaborar el sustento teórico que sustente la investigación redactadas según modelo del IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

Observación

Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente del cultivo de la variable dependiente.

3.5.2.2. Instrumentos de recolección de información

Fichas

Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio. Estas fueron:

Registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográficas).

Documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen, comentario).

Libreta de campo

Se registró las observaciones realizadas sobre la variable dependiente como número, tamaño y peso de granos, así como las actividades agronómicas y culturales realizadas durante el trabajo de campo.

3.5.3. Datos registrados

a) Número de panojas por planta

Se cosecharon las panojas maduras de las plantas del área neta experimental se contaron y se obtuvo el promedio por planta expresados en cantidades.

b) Tamaño de panojas

De las panojas cosechadas de las plantas del área neta experimental se tomaran 10 panojas al azar, se midió y se obtuvo el promedio expresados en cm .

c) Peso de granos

De las panojas cosechadas de las plantas del área neta experimental se tomaron los granos y en una balanza de precisión se pesó y el resultado se expresó en gramos.

d) Peso de granos por área neta experimental

Se cosecharon las panojas en estados de madurez de cosecha de las plantas del área neta experimental, y los granos se pesaron en una balanza de precisión y los resultados se expresaron en kilogramos.

e) Rendimiento por hectárea

Del peso de los granos obtenidos por área neta experimental se transformaron a hectárea (10 000 m²) y los resultados se expresaron en kilogramos.

3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.6.1. Labores agronómicas

Elección del terreno y toma de muestras

El terreno fue con pendiente moderada para evitar efectos negativos en la conducción del cultivo. Así mismo, se tomó la muestra del suelo para su respectivo análisis de fertilidad, aplicando el método del zig-sag, a fin de obtener una muestra representativa del área experimental. El procedimiento consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 50 x 50 cm . Luego con la ayuda de una pala recta se abrió un hoyo en forma cuadrada a la profundidad de 30 cm y se extrajo una tajada de 4 cm de espesor; depositando en un recipiente desechando los bordes laterales y se mezclaron las submuestras obteniendo de ello una muestra representativa de 1 kg .

Análisis del suelo

La muestra obtenida, fue llevada al laboratorio de suelos para su análisis físico y químico respectivo.

Riego de machaco

Se realizó mediante la inundación total del terreno, con dos propósitos fundamentales:

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

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

Preparación del terreno

Verificado la humedad adecuada del terreno, se realizó la preparación a tracción animal (yuntas) con el objetivo de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, germinación, emergencia y un

adecuado desarrollo de las plántulas, el mismo que permitió una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes.

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

El surcado se realizó mediante el uso manual de lampas, con las dimensiones de acuerdo al tratamiento.

3.6.2. Labores culturales

Selección de semilla

La semilla de quinua, fueron adquiridas de las estaciones experimentales –INIA Puno. Este material genético contó con la certificación respectiva de pureza varietal y potencial genético; por lo que no fue necesario el tratamiento previo contra las plagas y enfermedades de la semilla.

Época de siembra

La siembra estuvo condicionada a las condiciones ambientales, tales como la temperatura y disponibilidad de agua, por lo que se sembró al establecimiento de las lluvias.

Método de siembra

El método utilizado para manejar mejor el cultivo fue por chorro continuo y en surcos.

Fertilización

Se realizó aplicando la fórmula 90-80-00 kg/ha (NPK), es muy importante realizar la aplicación del fertilizante al momento de la siembra, por lo que se aplicó en esta la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio y la parte restante del nitrógeno antes de la floración.

Riegos

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

Desahijé o raleo

Se realizó cuando las plantas tuvieron de 10 - 20 cm de altura, dejando 2 plantas por golpe. Se eliminó las plantas débiles o fuera de tipo.

Deshierbo

El principal objetivo fue eliminar las malezas, así evitar la competencia con la planta por nutrientes, agua y luz.

Aporque

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

Control fitosanitario

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

Cosecha

Se realizó en forma manual haciendo pequeños manojos a fin de no causar daños mecánicos al producto; cuando los granos estuvieron semiduros o imposibilitaban la penetración de la uña y cuando el follaje estuvo amarillento en proceso de secado, el corte de las plantas se hizo por la mañana. Luego se formó parvas para favorecer el secado del grano.

Trilla

Cuando los granos estuvieron secos se trilló manualmente, con la ayuda de mantas troncos y palos. Se realizó en lugares apropiados para evitar piedrecillas que desmejoren el producto.

Venteo y limpieza

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

Almacenamiento

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

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, mediante los programas de Excel, PowerPoint de acuerdo al diseño de investigación propuesto. Los resultados se presentan en cuadros estadísticos y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas del Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

Para la comparación de los promedios se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99 % de probabilidades de éxito.

4.1. NÚMERO DE RAMIFICACIONES POR PLANTA

Los resultados se indican en el anexo 01 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 01. Análisis de Varianza para número de ramificaciones por planta

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	16.500	5.500	2.36 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	31.500	10.500	4.50*	3,86	6,99
Error Exp.	9	21.000	2.333			
Total	15	69.000				

C.V. = 4,66 %

Sx: = ± 0,76

Los resultados indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4,66 % y la desviación estándar (Sx) ± 0,76 ramificaciones

Cuadro 02. Prueba de significación de Duncan para número de ramificaciones por planta.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO Nº	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₃ (DS: 0,80)	34,75	a	a
2	T ₂ (DS: 0,70)	33,25	ab	a
3	T ₀ (DS: 0,60)	32,00	b	a
4	T ₁ (DS: 0,50)	31,00	b	a

X : 32,75 ramificaciones

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error los tratamientos T_3 (DS: 0,80) y T_2 (DS: 0,70) estadísticamente son iguales, pero el primero difiere de los tratamientos T_0 (DS: 0,60) y T_1 (DS: 0,50). Al nivel del 0,01 de probabilidades de error no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

La mayor cantidad de ramificaciones por planta se obtuvieron con los tratamientos T_3 (DS: 0,80) y T_2 (DS: 0,70) con 34,75 y 33,25 respectivamente superando al tratamiento testigo T_0 (DS: 0,60) quien ocupó el penúltimo lugar con 32 ramificaciones por planta.

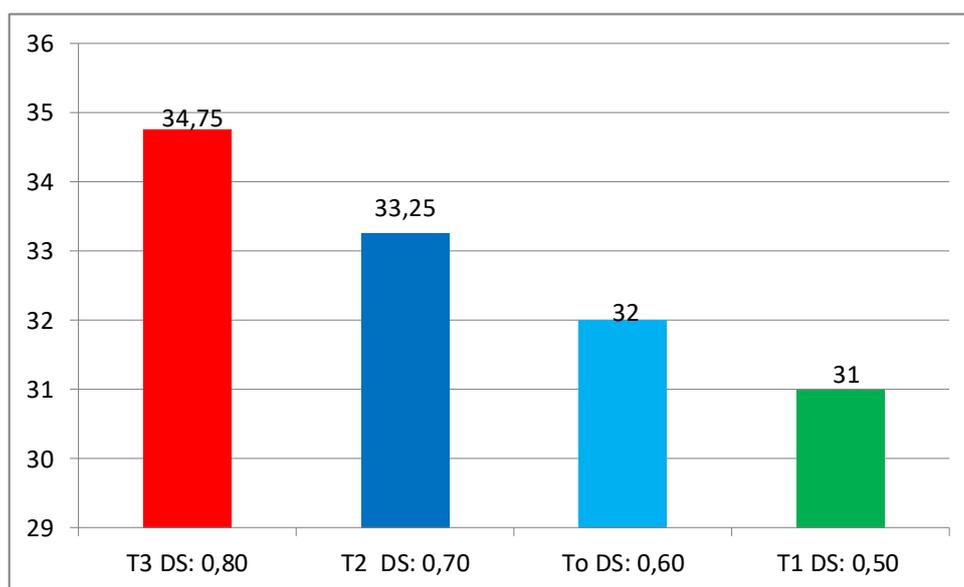


Fig 06. Número de ramificaciones por planta

4.2. TAMAÑO DE PANOJA

Los resultados se indican en el anexo 02 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 03. Análisis de Varianza para tamaño de panoja

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	4.688	1.563	0.17 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	133.688	44.563	4.71*	3,86	6,99
Error Exp.	9	85.063	9.451			
Total	15	223.438				

CV. = 3,98 %

Sx: = ± 1,54

Los resultados indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3,98 % y la desviación estándar (Sx) ± 1,54 cm .

Cuadro 04. Prueba de significación de Duncan para tamaño de panoja

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO cm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₃ (DS: 0,80)	81,00	a	a
2	T ₂ (DS: 0,70)	79,00	ab	a
3	T ₀ (DS: 0,60)	75,75	bc	a
4	T ₁ (DS: 0,50)	73,50	c	a

X : 77,31 cm

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error los tratamientos T_3 (DS: 0,80) y T_2 (DS: 0,70) estadísticamente son iguales, donde el primero difiere de los tratamientos T_0 (DS: 0,60) y T_1 (DS: 0,50). Al nivel del 0,01 de probabilidades de error no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

El mayor tamaño de panoja se obtuvieron con los tratamientos T_3 (DS: 0,80) y T_2 (DS: 0,70) con 81,00 y 79,00 cm respectivamente superando al tratamiento testigo T_0 (DS: 0,60) quien ocupó el penúltimo lugar con 75,75 cm .

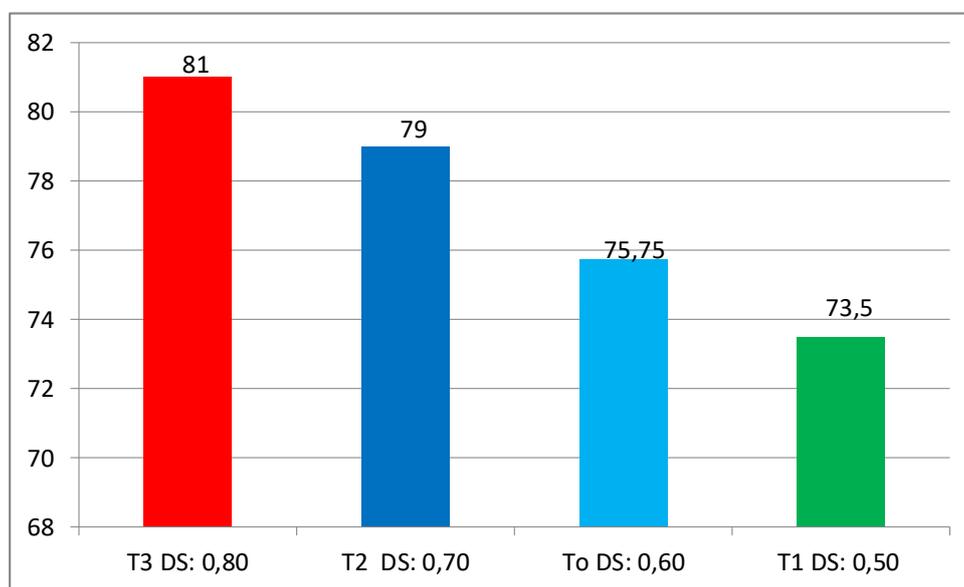


Fig 07. Tamaño de panoja

4.3. PESO DE GRANOS POR PLANTA

Los resultados se indican en el anexo 03 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 05. Análisis de Varianza para peso de granos por planta

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	2.750	0.917	0.58 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	22.750	7.583	4.79*	3,86	6,99
Error Exp.	9	14.250	1.583			
Total	15	39.750				

CV. = 11,57 %

Sx: = ± 0,63

Los resultados indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,57 % y la desviación estándar (Sx) ± 0,63 g .

Cuadro 06. Prueba de significación de Duncan para peso de grano por planta

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO g	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₃ (DS: 0,80)	12,50	a	a
2	T ₂ (DS: 0,70)	11,50	ab	a
3	T ₀ (DS: 0,60)	10,00	b	a
4	T ₁ (DS: 0,50)	9,50	b	a

X : 10.88 cm

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error los tratamientos T_3 (DS: 0,80) y T_2 (DS: 0,70) estadísticamente son iguales, donde el primero difiere de los tratamientos T_0 (DS: 0,60) y T_1 (DS: 0,50). Al nivel del 0,01 de probabilidades de error no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

El peso de granos por planta se obtuvieron con los tratamientos T_3 (DS: 0,80) y T_2 (DS: 0,70) con 12,50 y 11,50 gramos respectivamente superando al tratamiento testigo T_0 (DS: 0,60) quien ocupó el penúltimo lugar con 10 gramos.

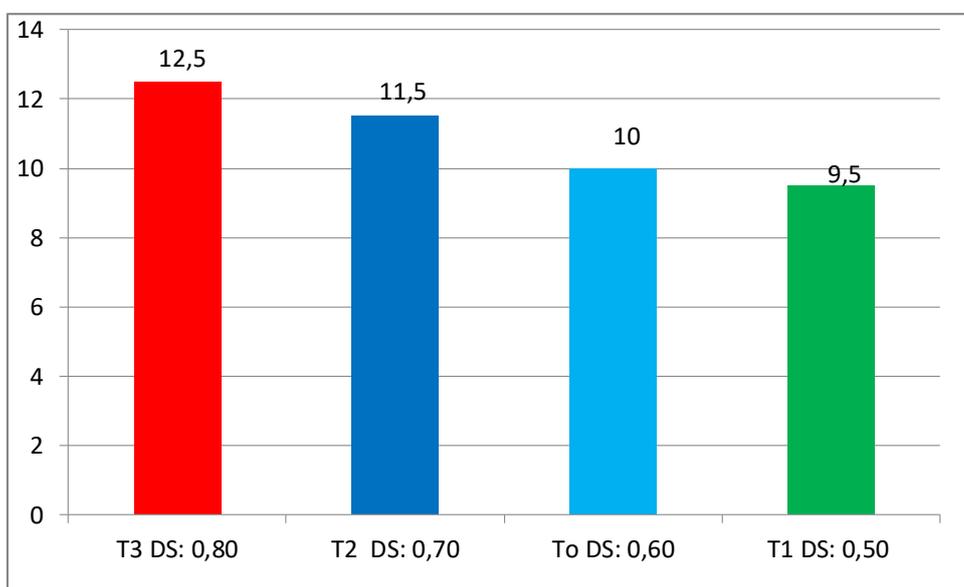


Fig 08. Peso de granos por planta

4.4. PESO DE GRANOS POR METRO CUADRADO

Los resultados se indican en el anexo donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 07. Análisis de Varianza para peso de granos por metro cuadrado

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	0.000	0.000	0.30 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	0.006	0.002	6.82*	3,86	6,99
Error Exp.	9	0.003	0.000			
Total	15	0.008				

CV. = 6,59 %

Sx: = 0,03

Los resultados indican que no existe significación estadística para la fuente de variabilidad repeticiones y significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 6,59 % y la desviación estándar (Sx) \pm 0,03

Cuadro 08. Prueba de significación de Duncan para peso de granos por metro cuadrado

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO kg	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₁ (DS: 0,50)	0,29	a	a
2	T ₀ (DS: 0,60)	0,25	ab	a
3	T ₂ (DS: 0,70)	0,25	b	a
4	T ₃ (DS: 0,80)	0,24	b	a

X: 0,25 kg

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error el tratamiento T_1 (DS: 0,50) supera a los demás tratamientos. Al nivel del 0,01 de probabilidades de error los tratamientos estadísticamente son iguales.

El mayor peso de granos por metro cuadrado se obtuvo con el tratamiento T_1 (DS: 0,50) con 0,29 kilos superando al tratamiento Testigo quien ocupó el segundo lugar con 0,25 kg.

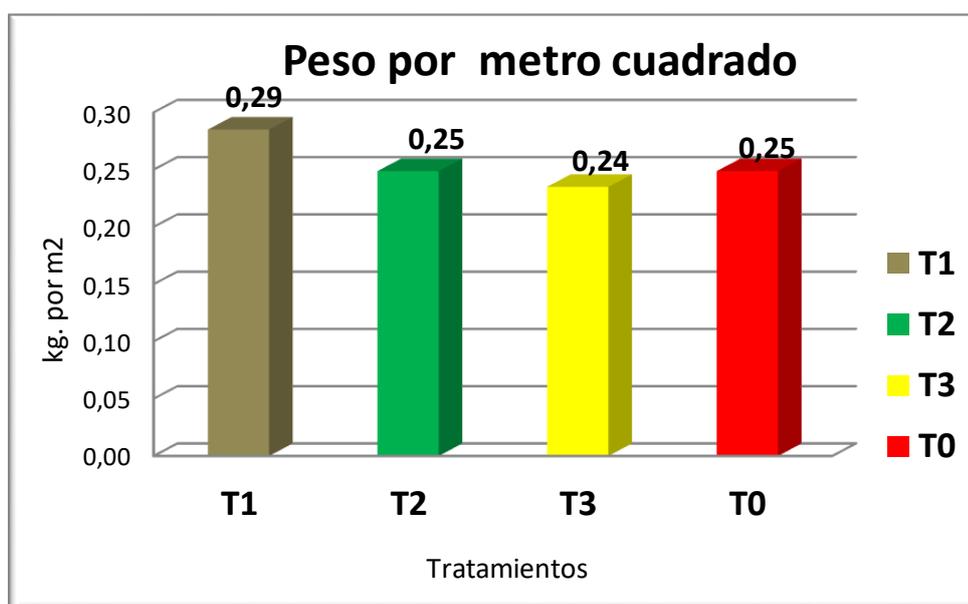


Fig. 09. Peso de granos por metro cuadrado

4.5. PESO DE GRANOS POR HECTÁREA

Cuadro 09. Peso de granos estimado a hectárea

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO POR METRO CUADRADO (kg)	PROMEDIO POR HECTAREA (kg)
01	T ₁ (DS: 0,50)	0,29	2 850,00
02	T ₀ (DS: 0,60)	0,25	2 450,00
03	T ₂ (DS: 0,70)	0,25	2 350,00
04	T ₃ (DS: 0,80)	0,24	2 487,50



Fig 10. Peso de granos por hectárea

V. DISCUSIÓN

5.1. NÚMERO DE RAMIFICACIONES POR PLANTA

Los resultados indican que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con rangos entre 34,75 (T_3) y 31,00 (T_1) ramificaciones por planta. Los resultados demuestran el efecto de la densidad de siembra en el número de ramificaciones por plantas coincidiendo con Hosney (1991) quien manifiesta que la densidad de siembra varía según la zona de producción y las técnicas empleadas para la siembra. En el altiplano boliviano la siembra se realiza empleando la densidad de 7 y 8 kg/ha, en cambio en el altiplano peruano la densidad es de 4 a 6 kg/ha. En condiciones de valle y suelos fértiles, la densidad puede ser mucho más alta.

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

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA (2005) para la siembra es necesario destacar dos aspectos fundamentales, la época y el Método de siembra; la época de siembra está en función de las condiciones climáticas (precipitación y temperatura) que varía de zona a zona, y de las

características de la variedad (precozes, semiprecozes y tardías), que presentan las fases vegetativa y reproductiva, es muy importante tener en cuenta el tiempo que dura la fase vegetativa, porque es el período en que las plantas forman sus órganos como son raíces, tallos, hojas, botón floral, por lo tanto necesita de nutrientes, agua, luz, labores culturales apropiadas y control fitosanitario, y determina la productividad, por regla general, cuanto más tiempo dura la fase vegetativa se obtendrá mayor producción y semilla de mejor calidad; por eso las variedades tardías siempre tienen mejores rendimientos; la fase reproductiva es irreversible por que la semilla ya está formada esperando solo la maduración.

5.2. TAMAÑO DE PANOJA

Los resultados indican rangos entre tratamientos de 81,00 (T₃) a 73,50 (T₁) en longitud de panoja existiendo diferencias estadísticas entre los tratamientos. Al respecto Othon (1996) menciona que las etapas fenológicas definen los diferentes estados de desarrollo del ciclo biológico de la planta.

5.3. PESO DE GRANOS POR PLANTA

Los resultados indican rangos entre los tratamientos de 12,50 (T₃) a 9,50 gramos (T₁) existiendo diferencia estadística entre tratamientos. Al respecto Repo Carrasco (1992) en investigación sobre la distancia y profundidad de siembra en la localidad de Colchane (altiplano), encontró que los rendimientos en promedio alcanzaron a 583 kg/ha y Othon (1996), por su parte señala que en el altiplano chileno, los rendimientos fluctúan entre 140 a 550 kg/ha para el seco y entre 290 a 960 kg/ha bajo riego.

5.4. RENDIMIENTO

Los resultados de rendimiento por metro cuadrado los rangos entre tratamientos son de 0,29 (T₁) a 0,24 kg (T₃) difiriendo estadísticamente entre ellos que al ser transformados a hectárea el tratamiento T₁ obtuvo el promedio más alto 2 850,00 kilos, seguido del tratamiento T₀ con 2 487,50 kilos difiriendo estadísticamente del tratamiento T₃ quien obtuvo 2 350,00 kilos.

El rendimiento obtenido supera lo obtenido por Ortíz (1979) quien reporta la producción de quinua a nivel internacional son: Bolivia, Perú, Ecuador, y Colombia. Bolivia con más de 47 534 ha cultivadas y alrededor de 30 412 t cosechadas, de las cuales un 49 % es consumida por las familias productoras, 35 % se venden en los mercados locales y el resto para mercados externos, constituyéndose así como el primer productor y exportador de quinua en el mundo, siendo productores exclusivos tanto el altiplano central como sur de Bolivia

Le sigue el Perú que viene incrementando su producción habiendo sembrado y cosechado cerca de 27 000 ha producidas especialmente en Puno, Cuzco y Junín de las cuales gran proporción se dedica al autoconsumo y mercado interno, y mínimamente al mercado externo. Ecuador tiene aproximadamente 1 000 ha en producción, se ha reportado en estos últimos años unas 200 ha de producción , en los Estados Unidos (Colorado), 800 ha en Canadá, 100 ha en Dinamarca y 20 ha en Alemania, entre otros.

El rendimiento promedio nacional de 0,678 t/ha y regional de 0,705 t/ha es relativamente bajo comparado con los rendimientos potenciales obtenidos en los trabajos de investigación y en producción de semilla.

CONCLUSIONES

1. Existen diferencias significativas en número de ramificaciones por planta donde el tratamiento T₃ obtuvo 34,75 ramificaciones.
2. Existen diferencias significativas en el tamaño de panoja donde el mayor tamaño 81,00 cm y con la densidad de 0,80 m entre plantas.
3. En peso de granos de quinua reportó el mayor peso de granos por planta 12,50 gramos; por metro cuadrado 0,29 kg y estimado a hectárea 2 850,00 kilos.

RECOMENDACIONES

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

LITERATURA CITADA

1. ALALUNA. 1993. Abonos Orgánicos, Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Edición, Rede de Acciones en Alternativas al Uso de Agroquímicos RAAA. 90 p.
2. AGRIOLOGICA. 2012?. El cultivo de la quinua. [En línea]. [Consulta Noviembre 2014]. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena2.htm>
3. BANCO AGRARIO DEL PERU. 1990. Cultivo de cereales andinos y sistemas de conservación. 32 p.
4. BALLADOLID. 2001. El cultivo de la quinua en el Perú. Lima-Perú, INIA. Manual R.I N° 4. 116 p.
5. BELTRAN. 1993. Abonos Orgánicos, Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Edición, Rede de Acciones en Alternativas al uso de agroquímicos RAAA. 90 p.
6. CORONEL, N. 2001. Proyecto de conservación *in situ* de cultivos nativos y sus parientes silvestres. Lima, Perú. 24, 32, 33 pp.
7. COLLAZOS, C. 1975. La Composición de los Alimentos Peruanos. 5 ed. Lima: Ministerio de Salud, INS.
8. DEL PILAR.M. Agricultura Ecológica. [En línea]. [Consulta Noviembre 2014]. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos_organicos.htm

9. FRIES, A. M. y TAPIA, M. 1985. Los cultivos andinos en el Perú. Boletín No 1. Lima: Programa Nacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, INIPA.
10. GARCÍA, J. A. 1994. Estrategias campesinas en el manejo de la biodiversidad de variedades nativas en comunidades de Perú.
11. HOSENEY, R. C. 1991. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. 1 ed. Zaragoza: Acribia, S.A.
12. INIA (INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA) 2005. Cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en la región Cusco. Boletín informativo. Cusco: Ministerio de Agricultura.
13. MANRIQUE C. 1997. La quinua en el Perú. 2 ed. CONCYTEC. Oficina de apoyo al investigador. Lima, Perú.
14. MUJICA, A. 1993. Cultivo de quinua. Manual No 11. Lima: IMAITA.
15. MUJICA, A. y JACOBSEN, S. E. 1999. Resúmenes de Investigaciones en quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962-1999. Escuela de Posgrado. Puno.
16. NORIEGA. 1990. La quinua, Ediciones Mundi – Presa. 318 p.
17. NORMA TÉCNICA PERUANA 205.002. 1979. Determinación del contenido de humedad, método usual. Lima: INDECOPI.
18. ORTIZ, R. y ZANABRIA, E. 1979. Plagas. En: Quinua y Kañiwa cultivos andinos. Bogotá: IICA.

19. OTHÓN, S. R. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. México: AGT Editor, S.A
20. PAREDES, C. 1993. Nutrición: Fundamentos bioquímicos fisiológicos y clínicos. Lima: CONCYTEC.
21. PASCUAL, M. R. y CALDERÓN, V. 2000. Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas. 2 ed. Madrid: Díaz de dos Santos.
22. REPO-CARRASCO, R. 1992. Cultivos Andinos y la Alimentación Infantil. Serie Investigaciones No 1. Lima: Comisión de Coordinación de Tecnología Andina.
23. RÍOS, W. y KAMISHIKIRIYO, L. 1977. Estudio tecnológico para la elaboración de mezclas enriquecidas. Instituto de Investigaciones Agroindustriales. Programa Nacional de Alimentación Popular. Lima.

ANEXOS

CUADRO N° 01 NUMERO DE RAMIFICACIONES POR PANOJA

TRATAMIENTOS	DENSIDADES	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM X
		I	II	III	IV		
T1	DS: 0,50	30	32	29	33	124	31,00
T2	DS: 0,70	34	33	31	35	133	33,25
T3	DS: 0,80	33	35	34	37	139	34,75
T0	DS: 0,60	30	34	33	31	128	32,00
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		127	134	127	136	524	
PROMEDIO BLOQUES		31.75	33.5	31.75	34		32,75

CUADRO N° 02 TAMAÑO DE PANOJA

TRATAMIENTOS	DENSIDADES	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM X
		I	II	III	IV		
T1	DS: 0,50	70	76	75	73	294	73,50
T2	DS: 0,70	77	80	79	80	316	79,00
T3	DS: 0,80	80	84	77	83	324	81,00
T0	DS: 0,60	79	72	78	74	303	75,75
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		306	312	309	310	1237	
PROMEDIO BLOQUES		76.50	78.00	77.25	77.50		77,31

CUADRO N° 03 PESO DE GRANO POR PLANTA

TRATAMIENTOS	DENSIDADES	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM X
		I	II	III	IV		
T1	DS: 0,50	8.00	11.00	9.00	10.00	38.00	9,50
T2	DS: 0,70	13.00	10.00	12.00	11.00	46.00	11,50
T3	DS: 0,80	14.00	12.00	11.00	13.00	50.00	12,50
T0	DS: 0,60	11.00	9.00	10.00	10.00	40.00	10,00
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		46.00	42.00	42.00	44.00	174.00	
PROMEDIO BLOQUES		11.50	10.50	10.50	11.00		10,88

CUADRO Nº 04 PESO DE GRANO POR METRO CUADRADO

TRATAMIENTOS	DENSIDADES	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM X
		I	II	III	IV		
T1	DS: 0,50	0.29	0.30	0.27	0.28	1.14	0,29
T2	DS: 0,70	0.25	0.26	0.23	0.24	0.98	0,25
T3	DS: 0,80	0.23	0.21	0.24	0.26	0.94	0,24
T0	DS: 0,60	0.27	0.25	0.25	0.24	1.00	0,25
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		1.04	1.02	0.99	1.02	4.06	
PROMEDIO BLOQUES		0.26	0.25	0.25	0.25		0,25

CUADRO Nº 05 PESO DE GRANO POR HECTAREA (Tn)

TRATAMIENTOS	DENSIDADES	B L O Q U E S				E.TRAT (E X i)	PROM X
		I	II	III	IV		
T1	DS: 0,50	2.90	3.00	2.70	2.80	11.4	2,85
T2	DS: 0,70	2.50	2.60	2.30	2.40	9.8	2,45
T3	DS: 0,80	2.30	2.10	2.40	2.60	9.4	2,35
T0	DS: 0,60	2.65	2.45	2.50	2.35	9.95	2,49
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		10.35	10.15	9.9	10.15	40.55	
PROMEDIO BLOQUES		2.59	2.54	2.48	2.54		2,53