

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Influencia de coberturas vegetales y guano de isla en las  
características del suelo y rendimiento de quinua (*Chenopodium  
quinoa* Willd.) Canaán 2750 msnm - Ayacucho, 2022**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Agrónomo**

Presentado por:

**Bach. Marcelino Nuñez Mejía**

Asesor:

**Dr. Rolando Bautista Gómez**

**Ayacucho - Perú**

**2024**

*A Dios por permitirme recorrer el sendero de la vida, llegar a este momento en compañía de mis seres queridos.*

*A mis padres: Enrique Núñez y Basilia Mejía, por el apoyo incondicional, por el ejemplo de lucha, el amor y la paciencia que me tuvieron.*

*A la Ingeniera, Inés Urbano, quien fue mi fortaleza con sus consejos y su apoyo incondicional para lograr culminar este proyecto.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la principal casa superior de estudios “Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga”, institución que me acogió para mi desarrollo profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, con singular estima para mis profesores de la Escuela Profesional de Agronomía, aquellos que estuvieron en las aulas académicas impartiéndonos conocimiento, experiencias y sus enseñanzas.

A todos mis maestros, en especial al Dr. Rolando Bautista Gómez, profesor de la Facultad de Ciencias Agrarias, gracias a su participación, consejo, guía y contribución en el desarrollo y culminación de la presente investigación.

A cuantas personas y amigos con los que me tocó compartir y cooperar con la finalidad de aprender en las aulas, laboratorios y centros de producción momentos que siempre tendré presente.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	xi
Resumen.....	1
Introducción .....	2
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	4
1.2. DE LA QUINUA.....	7
1.2.1. Origen y distribución .....	7
1.2.2. Clasificación taxonómica .....	9
1.2.3. Morfología de la planta.....	9
1.2.4. Fases del desarrollo de la quinua.....	11
1.2.5. Diversidad genética, variedades y bancos de germoplasma.....	15
1.2.6. Densidad poblacional en la siembra de la quinua .....	16
1.2.7. Requerimiento edafoclimático del cultivo.....	17
1.2.8. Labores culturales.....	18
1.3. DEL GUANO DE ISLA.....	19
1.3.1. ¿Cómo se obtiene el guano de islas? .....	19
1.3.2. Propiedades del guano de islas .....	20
1.3.3. Riqueza en nutrientes.....	21
1.4. DE LAS COBERTURAS VEGETALES.....	21
1.4.1. Formas de coberturas o acolchados .....	22
1.4.2. Efectos físicos.....	23
1.4.3. Efectos biológicos .....	24
1.4.4. Efectos químicos .....	25
1.4.5. Características del suelo con coberturas vegetales .....	26
1.4.6. Capacidad de intercambio catiónico.....	27
1.4.7. Relación de coberturas vegetales con el suelo.....	28

<b>CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	30
2.2. MATERIALES, EQUIPOS, SOFTWARE Y OTROS .....	30
2.2.1. Materiales .....	30
2.2.2. Equipos .....	31
2.2.3. Software.....	31
2.2.4. Fertilizantes .....	31
2.2.5. Insecticida y fungicida.....	31
2.3. VARIEDAD UTILIZADA.....	31
2.4. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....	31
2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO.....	32
2.6. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....	33
2.7. FACTORES EN ESTUDIO .....	36
2.8. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO .....	36
2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	37
2.10. DISEÑO DEL ÁREA EXPERIMENTAL .....	38
2.11. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	39
2.12. CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL .....	39
2.13. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	39
2.13.1. Preparación de terreno .....	39
2.13.2. Abonamiento .....	40
2.13.3. Siembra.....	40
2.13.4. Riego.....	40
2.13.5. Deshierbo y raleo.....	40
2.13.6. Aporque .....	41
2.13.7. Control fitosanitario.....	41
2.13.8. Incorporación de coberturas vegetales .....	42
2.13.9. Cosecha.....	42
2.14. VARIABLES EVALUADAS .....	42
2.14.1. Fenología y productividad.....	42
2.14.2. Características del suelo .....	43
 <b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	 <b>44</b>
3.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	44

3.1.1. Evaluación del pH del suelo .....	44
3.1.2. Evaluación de la conductividad eléctrica.....	46
3.1.3. Evaluación de la M.O (%) .....	48
3.1.4. Densidad aparente .....	50
3.1.5. Humedad gravimétrica.....	52
3.2. EVALUACIÓN DE LA PRECOCIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA.....	53
3.2.1. Variables de precocidad.....	53
3.2.2. Variables de rendimiento .....	55
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. <i>Clasificación taxonómica de la quinua</i> .....	9
Tabla 1.2. <i>Riqueza de nutrientes del guano de isla</i> .....	21
Tabla 1.3. <i>Parámetros para clasificar los suelos según salinidad</i> .....	28
Tabla 2.1. <i>Análisis de caracterización del campo experimental</i> .....	32
Tabla 2.2. <i>Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2021-2022 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) – Ayacucho</i> .....	34
Tabla 2.3. <i>Tratamientos estudiados en la investigación</i> .....	36
Tabla 2.4. <i>Dosis de guano de isla y su equivalencia por el área de aplicación en parcelas divididas</i> .....	37
Tabla 3.1. <i>Resultados del análisis del pH inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	44
Tabla 3.2. <i>Resultados del análisis de la conductividad eléctrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	46
Tabla 3.3. <i>Resultados del análisis de la materia orgánica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	48
Tabla 3.4. <i>Textura y densidad aparente del suelo</i> .....	52
Tabla 3.5. <i>Análisis de variancia de la altura de planta de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla: Canaán 2750 msnm Ayacucho</i> .....	56
Tabla 3.6. <i>Análisis de la variancia de la longitud de panoja de la planta de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla. Canaán a 2750 msnm Ayacucho</i> .....	58
Tabla 3.7. <i>Análisis de la variancia del peso de panoja del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla. Canaán a 2750 msnm Ayacucho</i> .....	60
Tabla 3.8. <i>Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla. Canaán a 2750 msnm Ayacucho</i> .....	61

Tabla 3.9. <i>Análisis de la variancia de rendimiento de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla en el cultivo de quinua. Canaán a 2750 msnm Ayacucho</i> .....	63
--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1.	<i>Producción mundial de la quinua</i> .....	8
Figura 1.2.	<i>Propiedades del guano de isla</i> .....	20
Figura 2.1.	<i>Ubicación geográfica del C.E. Canaán</i> .....	30
Figura 2.2.	<i>Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2021 - 2022 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) - Ayacucho</i> .....	35
Figura 2.3.	<i>Croquis de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales</i> .....	39
Figura 2.4.	<i>Croquis de la unidad experimental</i> .....	39
Figura 3.1.	<i>Resultados del análisis del pH inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	45
Figura 3.2.	<i>Resultados del análisis de la conductividad eléctrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	47
Figura 3.3.	<i>Resultados del análisis de la materia orgánica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	49
Figura 3.4.	<i>Resultados del análisis de densidad aparente inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	51
Figura 3.5.	<i>Resultados del análisis de humedad gravimétrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho</i> .....	52
Figura 3.6.	<i>Días a la emergencia del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho</i> .....	54
Figura 3.7.	<i>Días a la madurez fisiológica del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.</i>	54

Figura 3.8.	<i>Prueba de Tukey de la altura de planta de quinua en los diferentes niveles de guano de isla en promedio de las coberturas vegetales. Canaán 2750 msnm Ayacucho.....</i>	56
Figura 3.9.	<i>Prueba de Tukey del efecto simple de la longitud de panoja de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla (p-valor&lt;0.05). Canaán 2750 msnm Ayacucho .....</i>	58
Figura 3.10.	<i>Prueba de Tukey del efecto principal de peso de panoja de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.</i>	61
Figura 3.11.	<i>Prueba de Tukey del efecto principal de peso de 1000 semillas de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.....</i>	62
Figura 3.12.	<i>Prueba de Tukey del efecto principal de rendimiento de quinua en diferentes niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho....</i>	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Resultado de análisis de suelo.....	74
Anexo 2. Resultado de análisis de suelo de cada tratamiento .....	76
Anexo 3. Análisis de costos de producción .....	79
Anexo 4. Cuadro ordenado de datos del experimento .....	80
Anexo 5. Panel fotográfico .....	87

## RESUMEN

El trabajo experimental tuvo como objetivos determinar la influencia de la cobertura vegetal y el guano de isla en las características del suelo y el rendimiento del cultivo de quinua en el Centro Experimental de Canaán del distrito de Andrés A. Cáceres Dorregaray a 2750 msnm, Ayacucho. Se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado, a través del Diseño de Parcelas Divididas, asignando las coberturas vegetales a las parcelas y niveles de guano de isla a las subparcelas, donde se estableció 03 repeticiones y 12 tratamientos: Los factores en estudio fueron. Coberturas vegetales (Arveja, Maíz, trigo y sin cobertura) y niveles de guano de isla (00, 01 y 02 t.ha<sup>-1</sup>). Se procedió con el análisis de muestras de suelo de las unidades experimentales, antes de la siembra y después de la cosecha el propósito de conocer la variación de las principales características agronómicas del campo experimental y durante el desarrollo del cultivo se evaluaron los días transcurridos a la emergencia y madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, peso de grano por panoja, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano del cultivo de quinua. La emergencia de plántulas ocurrió tardíamente (3 días después de la siembra) en las unidades experimentales donde no se aplicó coberturas vegetales, mientras que la madurez fisiológica ocurrió entre 130 y 155 días<sup>2.5</sup> a 3 días, no existiendo una influencia significativa de las coberturas vegetales y niveles de guano de isla. Se determinó que las coberturas vegetales y el guano de isla no mejoran las características del suelo ya que el pH, la CE (dS/m) y la M.O (%) sufrieron ligeras variaciones no significativas. Con la aplicación de guano de isla se incrementó el rendimiento de grano de quinua, pues, al aplicar 2.0 t.ha<sup>-1</sup> se alcanzó un rendimiento de 3520.35 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo muy sobresaliente a la unidad experimental en la que no se aplicó guano de isla, sin la dosis del guano se logró un rendimiento de 2019.79 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Cobertura vegetal, guano de isla, rendimiento de quinua.

## INTRODUCCIÓN

La quinua de nuestra región tiene un enorme potencial nutricional, ya que cuenta con áreas de cultivo favorables que permiten obtener cereales de alta calidad en grandes cantidades, por lo que la demanda es muy alta a nivel local, regional, país y de exportación.

El Perú registró una producción de 89 414 toneladas de grano de quinua, siendo la principal zona productora el departamento de Puno con 39 539 toneladas (44.22% de la producción nacional), seguido de Ayacucho (17.7%) y Apurímac (12.65 %). En nuestro país el rendimiento medio es de 1 379 kg.ha<sup>-1</sup> mientras en Ayacucho se reportó 1 369 kg.ha<sup>-1</sup>. La superficie del área cosechada a nivel nacional fue de 64 859 hectáreas, correspondiendo al departamento de Ayacucho 11 564 hectáreas (SIEA, 2019).

Según Fairlie (2016, citado por Paulino y Nina, 2013), sobre el efecto del guano isla en el rendimiento de dos variedades de quinua en suelo en proceso de degradación y suelo de alta fertilidad natural, empleando el diseño experimental de bloques completos al azar, sostuvo que la aplicación de guano de isla (2,110 kg.ha<sup>-1</sup>), 75% a la siembra y 25% al aporque en suelo en proceso de degradación, en la variedad INIA-433, reportó los mayores valores de altura de planta (157 cm), peso de mil granos (2,39 g) y rendimiento de grano (4,232,14 kg.ha<sup>-1</sup>), siendo superiores a los obtenidos en los tratamientos que no fueron fertilizados con guano de isla, concluyéndose que el guano de isla influye positivamente en el rendimiento del cultivo de quinua.

Un factor que contribuye a la disminución de la productividad, cualitativa y cuantitativa del cultivo de grano de quinua, son las malezas, que compiten por agua, espacio, aire y nutrientes; por lo tanto, una de las prácticas de vital importancia en la producción agrícola, es el control eficiente y oportuno de malezas y una de las técnicas en los últimos tiempos es la utilización de coberturas vegetales, aparte de disminuir la

población de plantas (malezas), reduce la pérdida de agua del suelo, mejora la temperatura del suelo e incrementa la incorporación de materia orgánica al suelo, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. (González, 2011, p. 8)

Otro factor que ocasiona la baja productividad del cultivo de quinua, es la pobreza nutricional de los suelos, especialmente de nuestra región, por ello, es importante el uso de abonos origen orgánico como es el caso de guano de isla que, con la aplicación continua en los campos de cultivo, puede en parte, ayudar a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. En consecuencia, el presente trabajo de investigación está enmarcado dentro de estos aspectos y plantea como objetivos:

- Determinar la influencia de la cobertura vegetal y el guano de isla en las características del suelo del cultivo de quinua.
- Determinar la influencia de la cobertura vegetal y el guano de isla en el rendimiento del cultivo de quinua.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. ANTECEDENTES

Rosas (2019) en su trabajo de investigación titulado “Rendimiento del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) (Amaranthaceae), cultivada a cuatro densidades de siembra en condiciones de suelo arenoso” indica que:

Tuvo como objetivo contribuir al entendimiento sobre los efectos de la densidad poblacional, siendo de 300, 400, 500 y 600 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  evaluando el rendimiento de  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  y otros parámetros relacionados. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar (DBCA), la valoración estadística es en base al análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan al 0.05% de significación. Basándonos en los resultados obtenidos, la altura de plantas y número de panojas se asocian negativamente con el aumento de densidad; el tamaño de panojas y diámetro de tallo muestran una correlación positiva al disminuir la densidad mostrando estos parámetros diferencias significativas; el tamaño de grano y peso de 1000 granos no mostraron diferencias significativas. La posible explicación para estos dos parámetros es que predominan las características genéticas. En cuanto al rendimiento de  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  sí hubo diferencias significativas, donde los mejores resultados se obtuvieron con densidades entre 400 y 500 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . La posible explicación para estos resultados con el cultivar salcedo INIA y bajo condiciones de suelo arenoso es que, en el cultivo de quinoa sí hay competencia de agua, luz y nutrientes; donde a mayor densidad hay una respuesta negativa del rendimiento, y por el contrario a menor densidad no hay suficiente producción de granos para llegar a máximo rendimiento de  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . (p. 12)

Deza (2018) en su trabajo de investigación titulado “Rendimiento y calidad de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) con dos densidades de siembra y dos sistemas de fertilización en condiciones de la Molina” tuvo como objetivos:

Determinar el efecto de dos densidades de población, con aplicación adecuada de fertilizantes, sobre características agronómicas y de calidad de cuatro genotipos de quinua, Determinar el efecto de dos sistemas de fertilización, con riego por goteo, sobre el comportamiento de cuatro genotipos de quinua y evaluar la eficiencia en el uso de nitrógeno en diferentes sistemas de fertilización de cuatro genotipos de quinua.

El experimento se realizó en el P.I.P.S de Cereales y Semillas Indígenas de la Universidad Nacional Agropecuaria de La Molina, Lima – Perú, entre septiembre de 2014 y enero de 2015. El factor de estudio fue el material genético, que son dos variedades comerciales (INIA Salcedo e INIA 420–Negra Ccollana) y dos líneas mutantes avanzadas (MQPas –50 y LM 89–77); dos densidades de población (1 y 2 hileras/surco) y dos sistemas de fertilización (agua y suelo). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial de factores, en base a los objetivos planteados en este estudio. Los resultados indicaron que las dos densidades de población tuvieron efectos similares sobre los rasgos agronómicos y de calidad estudiados en la presente investigación. El genotipo LM 89-77 presentó el mayor rendimiento promedio en ambas densidades (4699,2 kg.ha<sup>-1</sup>). Los sistemas de fertilización (edáfico y fertilizado) tuvieron efectos similares sobre los rasgos evaluados. Se observaron diferencias en el contenido de cenizas de las semillas, que en el sistema edáfico alcanzó un valor de 3,63 g/100 g y en el sistema fertilizado un valor de 2,79 g/100 g. En cuanto a la eficiencia en el uso de nitrógeno, se observaron diferencias estadísticas, mostrando el genotipo LM 89-77 valores mayores al aplicar 46.02 kg de semilla/kg N. Se expresaron diferencias significativas para la absorción de nitrógeno en los caracteres de biomasa. A nivel de sistema de fertilización, la fertilización o fertilización convencional logró un valor promedio mayor de 60,12 kg.ha<sup>-1</sup> frente a la fertilización con un valor de 54,79 kg.ha<sup>-1</sup>. El genotipo LM 89-77 presentó la mayor capacidad promedio de absorción de nitrógeno tanto en grano como en biomasa, con valores de 96,07 y 77,47 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente; correspondiente. Se puede concluir que LM 89 - 77 es un genotipo con alta eficiencia en el uso de nitrógeno, independientemente de la densidad de siembra y el sistema de fertilización utilizado en este estudio. (p. 12)

Según Jaramillo (2018) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la cobertura vegetal del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la finca agroecológica Zamorano”, su investigación como:

Objetivos del estudio determinar si el efecto del uso de rastrojos de pasto guinea (*Megathyrus maximus*) como cobertura influye en las variables como temperatura y la retención de humedad en el suelo, así como de evaluar su influencia en el crecimiento vegetativo, estimando el rendimiento del cultivo de maíz, para lo cual se establecieron seis parcelas de 200 m<sup>2</sup> cada una, en la Finca Agroecológica Zamorano, separados en dos tratamientos (con y sin cobertura), cada tratamiento con tres repeticiones. Determinando que la cobertura de rastrojos de pasto guinea permitía amortiguar los cambios de temperatura en 2.51 °C reduciendo la evaporación del agua de los suelos con poca sombra, la conservación de humedad del suelo con el uso de la cobertura vegetal, proporciona condiciones para un mayor crecimiento entre 5-10 cm en el cultivar de maíz que aquellos que se instalaron en suelos sin cobertura. (p. 13)

Cañar (2017) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación agronómica de tres herbicidas post emergencia en el control de malezas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* w.), en la comunidad de Bolívar, provincia del Carchi” tiene como objetivo:

Dar una alternativa de control de malezas en el cultivo de quinua y mejorar los escenarios del mismo. Las poblaciones de malezas invaden a diferentes cultivos, generando pérdidas de productos y económicas, o en su defecto reducen la buena calidad de la cosecha e influye negativamente dentro de la productividad, los inconvenientes encontrados dentro de los cultivos a causa de las malezas, sugiere un manejo adecuado y necesario; para su estudio dirigido al control mediante la aplicación de herbicidas químicos, evaluando a las moléculas químicas pos emergentes (Fomesafen, Clethodim, Quizalofop Etil), que se tubo a disposición, para la evaluación agronómica además de un estudio profundo del comportamiento en el cultivo y las malezas que se presentan durante su desarrollo. Se diferencia el comportamiento del cultivar frente al químico mediante la aplicación de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en 10 tratamientos (herbicidas) en diferentes dosis y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: invasión de malezas de hoja ancha y delgada, eficacia dentro

del control más el porcentaje de control a los 20, 50 y 70 días después de la aplicación en el cultivo. El diseño identificó que el producto Fomesafen controla eficientemente a las malezas incluso a una dosis de 0,25 (baja), puesto que no interfiere sobre la producción de quinua, considerando el análisis de costo/beneficio habla de un 926,50 USD, es decir con una ganancia superior de 543,70 USD comparado con el que menos rendimiento presentó; es necesario mencionar que el testigo se vio en desventaja frente a las moléculas evaluadas, tanto que los datos obtenidos se diferencia considerablemente desbalanceando los rangos. (p. 45)

Gonzales (2011) en su trabajo de investigación titulada “Coberturas vegetales y densidades de siembra en el control de malezas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Will.) Canaán 2750 msnm -Ayacucho” menciona que:

Con el propósito de incrementar los conocimientos acerca de diferentes formas de control de malezas utilizando coberturas vegetales en el cultivo de quinua, tuvo como objetivo determinar la cobertura vegetal que ejerce el mejor control de malezas y consecuentemente el mayor rendimiento del cultivo de quinua en el que concluye que la mayor longitud de panoja se obtuvo en la unidad experimental donde se aplicó rastrojos de frijol, seguido por el deshierbo mecánico continuo, rastrojos de maíz y trigo con 36.36, 33.02, 32.68 y 31.31 cm, respectivamente; el mayor índice de cosecha se alcanzó en las unidades experimentales donde se practicaron el deshierbo continuo, deshierbo en la época crítica de competencia de malezas con el cultivo y aplicando rastrojos de frijol con 31, 28 y 28%, respectivamente; el mayor rendimiento de grano se obtuvo en las unidades experimentales donde se practicaron el deshierbo continuo y aplicando rastrojos de frijol y con deshierbo en la época crítica de competencia de malezas con el cultivo y aplicando rastrojos de frijol con 3 248.0, 3 208.1 y 2 270.4 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente. (p. 74)

## **1.2. DE LA QUINUA**

### **1.2.1. Origen y distribución**

Lumbreras et al (2008) menciona que la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) “es una especie anual originaria de América del Sur. Fue domesticada en los países andinos



### 1.2.2. Clasificación taxonómica

El nombre científico de la quinua es *Chenopodium quinoa* Willd. La planta pertenece a la familia de Chenopodiaceae y de acuerdo con Aguilar (1985) realiza la clasificación taxonómica como indica la tabla 1.1.

**Tabla 1.1**

*Clasificación taxonómica de la quinua*

Clasificación taxonómica de la quinua	
Reino	: Vegetal
División	: Fanerógama
Clase	: Dicotiledónea
Subclase	: Angiospermales
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiáceas
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: Chenopodia
Subsección	: Cellulata
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2011) resalta que el “género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia Chenopodiaceae y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies” (p. 22).

### 1.2.3. Morfología de la planta

#### a) Raíz

Gomez y Aguilar (2016) en su elaboración de la “Guía del Cultivo de la Quinua” sobre la raíz resalta que:

Es del tipo pivotante, además tiene una raíz principal de la cual salen un gran número de raíces laterales muy ramificadas. El tamaño de las raíces varían de 0.8 a 1.5 m. El desarrollo y crecimiento radicular está determinado por el cultivar, tipo de suelo, nutrición y humedad; entre otros factores. (p. 130)

#### b) Tallo

Apaza (2013) menciona que es de “forma cilíndrica en el cuello de la planta y anguloso donde inicia las ramificaciones, el color del tallo es variable desde un color

verde hasta un rojo; también presenta estrías y axilas pigmentadas de color verde, rojo o púrpura” (p. 82).

### **c) Hojas**

Apaza (2013) en su elaboración titulada “Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú” afirma lo siguiente:

La quinua presenta hojas alternas, formadas por peciolo y lámina. Los peciolos pueden ser largos, finos y acanalados en la parte superior, la longitud puede variar dentro de la misma planta. La lámina en la misma planta puede presentar diferentes formas siendo romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna. Las hojas están cubierta por cristales de oxalato de calcio, de color rojo, púrpura o cristalino, el oxalato 11 puede encontrarse tanto en el haz como en el envés de la hoja. El color de las hojas varían dependiendo del cultivar; el color va del verde al rojo con diferentes tonalidades. (p. 82)

### **d) Inflorescencia**

Apaza (2013) en su elaboración titulada “Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú” menciona que:

La panoja está formada por un eje central del cual nacen ramificaciones secundarias, terciarias y pedicelos que forman y sostienen a los glomérulos. El eje principal es el más desarrollado diferenciándose de las ramificaciones secundarias, algunas panojas puede ser laxa (Amarantiforme) o compacta (Glomerulada), también existe formas intermedias entre ambas panojas. El tamaño de las panojas varían de 30 a 80 cm de largo y un diámetro de 5 a 30 cm, la variación está determinada por los genotipos, zonas donde se desarrolla el cultivo, y fertilidad del suelo; también la cantidad de glomérulos por panoja varía de 80 a 120. Por cada panoja se puede encontrar de 100 a 3000 semillas, las panojas más grandes tienen un rendimiento hasta 500 gramos por inflorescencia. (p. 83)

### **e) Flores**

Apaza (2013) menciona que “las flores son pequeñas, llegando a medir hasta 3 mm, son incompletas, sésiles y no poseen pétalos; algunas flores pueden ser

hermafroditas, con pistilo (femeninas) y algunas no producen anteras, pueden tener hasta un 10% de polinización cruzada” (p. 83).

#### **f) Fruto**

Apaza (2013) en su elaboración titulada “Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú” indica que:

Es un aquenio, es un fruto indehiscente de forma cilíndrica lenticular, presenta un ensanche leve al centro del grano. Los frutos contienen una sola semilla y están formados por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, la coloración del fruto varía dependiendo del cultivar. El fruto cuando está maduro se desprende con facilidad. (p. 84)

#### **g) Semilla**

Gomez y Aguilar (2016) en su elaboración de la “Guía del Cultivo de la Quinua” sobre la raíz resalta que:

Está constituido por el fruto maduro libre del perigonio, su forma es elipsoidal, cónica o esferoidal; la semilla tiene tres partes bien diferenciadas: epispermo, embrión y polispermo. La capa que cubre la semilla es el epispermo que está adherido al pericarpio. Los dos cotiledones conforman el embrión, y del total del volumen de una semilla el 30% lo constituye la radícula que envuelve al polispermo como un anillo de 320 grados. La semilla está constituida aproximadamente por un 60% de granos de almidón de color blanquecino, que forman al epispermo que es el principal tejido de almacenamiento que reemplaza al endospermo. (p. 131)

### **1.2.4. Fases del desarrollo de la quinua**

#### **a) Emergencia (E)**

Secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional [SESAN] (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

Se observa la emergencia de plántulas en los surcos formando hileras, ocurre cuando las hojas del cotiledón se extienden sobre el suelo. La humedad del suelo es el factor determinante para que la semilla pueda emerger uniformemente al cuarto o sexto día después de la siembra. El tipo de suelo determinará la resistencia

a la falta de agua, siendo la planta muy sensible en suelos de textura franco arenoso. (p. 53)

#### **b) Dos hojas verdaderas**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

Esta fase se diferencia cuando hay un par de hojas bien definidas extendidas de forma lanceolada, además en la yema apical se observa las dos siguientes hojas. Esta fase se desarrolla después de 10 a 15 de la siembra, así mismo se puede observar que las raíces crecen rápidamente. Durante esta etapa la planta puede resistir al estrés hídrico, soportando entre 10 y 14 días sin agua, dependiendo de la textura del suelo. (p. 53)

#### **c) Cuatro hojas verdaderas**

SESAN (2013), sobre las cuatro hojas verdaderas, señala que esto ocurre cuando “se observan en la planta cuatro hojas expandidas y los cotiledones aún verdes, de igual manera en la yema apical se puede observar el crecimiento de nuevas hojas; Esta etapa ocurre entre la tercera y cuarta semana después de la siembra” (p. 54).

#### **d) Seis hojas verdaderas**

SESAN (2013) según la investigación que realizó sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

En esta fase se perciben seis hojas verdaderas que están desplegadas, y las hojas cotiledonales toman un color amarillo. Estos cambios fisiológicos ocurren cuando la planta tiene un aproximado de 35 a 45 días después de la siembra, además se puede observar con claridad al ápice vegetativo que está protegido por las hojas más adultas. (p. 54)

#### **e) Ramificación**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

En esta fase se aprecian cuatro pares de hojas bien definidas y desplegadas, también se observan hojas en la axila del tallo hasta el tercer nudo, en esta fase ocurre la caída de las hojas cotiledonales dejando una cicatriz en la inserción del

tallo. Se observan hojas que protegen a la inflorescencia por lo tanto la panoja no queda descubierta. Esta fase puede ocurrir entre los 45 y 50 días de la siembra, además es oportuno en esta etapa realizar la fertilización y aporque. (p. 54)

#### **f) Inicio de panojamiento**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

Se observa sobresalir con claridad a la inflorescencia sobre las hojas que lo rodean, observándose los glomérulos que forman la panoja; asimismo 15 en los glomérulos basales se observan botones florales individuales. Este proceso fisiológico ocurre entre la novena y décima semana de edad del cultivo. Desde esta fase hasta el inicio del grano lechoso, la inflorescencia se puede utilizar para el consumo reemplazando a algunas hortalizas. (p. 55)

#### **g) Inicio de floración**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

En esta fase se observa a las flores hermafroditas abrirse y también se puede apreciar los estambres separados. Es común observar en esta etapa del cultivo a los glomérulos, mostrando a las anteras que están protegidas por el perigonio que muestra un color verde limón. Aproximadamente esta fase puede ocurrir dentro de la semana 11 y 12 de edad del cultivo. En este periodo vegetativo las plantas son muy sensibles a las sequías y heladas. (p. 55)

#### **h) Floración**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

Esto ocurre cuando la inflorescencia del ala muestra el 50% de las flores abiertas, resistente a heladas y granizo muy sensible. Las flores se pueden ver al mediodía cuando el brillo del sol es mayor; no son visibles al amanecer ni al anochecer porque permanecen cerrados. También en esta fase, la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que no son fotosintéticamente activas. En esta etapa, si la temperatura es superior a 38°C, especialmente en invernaderos o zonas desérticas cálidas, puede producirse aborto de flores. Un verano corto o una sequía que dure

de 10 a 15 días proporciona una mejor polinización cruzada o autopolinización. - Polinización en ausencia de heladas. Esta etapa ocurre cuando el cultivo tiene entre 80 y 90 días de edad. (p. 56)

#### **i) Grano lechoso**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

Ocurre cuando las inflorescencias de las panojas muestran el 50% de flores abiertas, siendo estas altamente sensibles a la presencia de heladas y granizadas. La floración es visible al medio día cuando haya alta luminosidad solar; durante la mañana o al atardecer no son visibles por permanecer cerradas. Asimismo, en esta etapa la planta empieza a eliminar las hojas inferiores que no tienen actividad fotosintética. Durante esta fase, puede ocurrir un aborto de flores si la temperatura está por encima de los 38°C, especialmente si el cultivo está en invernadero o regiones desérticas calurosas. Los veranos cortos o sequías que duren de 10 a 15 días son favorables porque incrementan la polinización cruzada, no obstante, la helada es desfavorable. Esta etapa fenológica se presenta cuando llega a los 80 hasta 90 días después de la siembra. (p. 56)

#### **j) Grano pastoso**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

Durante esta etapa los granos al ser apretados muestran una consistencia pastosa de color blanco. Durante este periodo los daños ocasionados por aves (gorriones y palomas) son considerables, además pueden formar nidos dentro del cultivo y consumir los granos. Esta etapa fisiológica se lleva a cabo cuando alcanza los 110 a 160 días después de la siembra. (p. 56).

#### **h) Madurez fisiológica**

SESAN (2013) en su investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) menciona que:

En esta fase los granos ya están formados, y al momento de presionarlos con las uñas se muestran resistentes. La humedad de los granos puede variar de 14 a 16%. La fase del llenado del grano comprende desde la floración hasta el inicio de la

madurez fisiológica. En esta fase se observan plantas amarillentas y defoliadas, además la incidencia de lluvias en esta etapa disminuye la calidad y sabor de los granos. Esta etapa fisiológica se desarrolla entre los 160 y 180 días de edad del cultivo. (p. 57)

### **1.2.5. Diversidad genética, variedades y bancos de germoplasma**

FAO (2011) resalta que el “La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial” menciona que:

La región Andina es considerada como uno de los ocho centros de origen y de diversidad de los cultivos. Es el lugar donde existe la mayor diversidad genética de quinoa tanto silvestre como cultivada que todavía se pueden encontrar en condiciones naturales y en campos de cultivo de los agricultores andinos. Entre los cultivos andinos, la quinoa recibió la mayor dedicación y apoyo principalmente en Ecuador, Perú y Bolivia. Las evaluaciones de la variabilidad genética disponible permitieron agrupar a las quinuas en 5 grupos mayores según sus características de adaptación y algunas morfológicas de alta heredabilidad, fácilmente detectables y capaces de mantenerse en toda el área de difusión. (p. 19)

Lescano (1989) y a Tapia (1990) describen los cinco grupos de quinoa:

#### **a) Quinuas de nivel del mar**

Se han encontrado en las zonas de Linares y Concepción (Chile) a 36° Latitud Sur. Son plantas más o menos robustas, de 1,0 a 1,4 m de altura, de crecimiento ramificado, y producen granos de color crema transparente (tipo Chullpi). Estas quinuas son semejantes con la *Chenopodium nuttalliae* (Huahzontle) que es cultivado de manera particular en Estado de México a 20° Latitud Norte. (FAO, 2011, p. 16)

#### **b) Quinuas de valles interandinos**

Son las que se adaptan entre los 2500 a 3500 msnm, se caracterizan por su alto desarrollo -hasta 2,5 m o más de altura y con muchas ramificaciones- con inflorescencia laxa y que normalmente presentan resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa*). (FAO, 2011, p. 16)

### **c) Quinuas de altiplano**

Se desarrollan en áreas mayores como cultivos puros o únicos y, entre los 3600 a 3800 msnm, corresponde a la zona del altiplano peruano-boliviano. En esta área se encuentra la mayor variabilidad de caracteres y se producen los granos más especializados en su uso. Las plantas crecen con alturas entre 0,5 a 1,5 m, con un tallo que termina en una panoja principal y por lo general compacta. En este grupo es donde se encuentra el mayor número de variedades mejoradas y también los materiales más susceptibles al mildiú cuando son llevados a zonas más húmedas. (FAO, 2011, p. 16)

### **d) Quinuas de salares**

Son las que crecen en las zonas de los salares al sur del altiplano boliviano, la zona más seca con 300 mm de precipitación. Se cultiva como cultivos únicos a distancias de 1 m x 1 m y en hoyos para aprovechar mejor la escasa humedad. Son quinuas con el mayor tamaño de grano (> a 2,2 mm de diámetro), se las conoce como “Quinoa Real” y sus granos se caracterizan por presentar un pericarpio grueso y con alto contenido de saponina. (FAO, 2011, p. 16)

### **e) Quinuas de los yungas**

Es un grupo reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de los Yungas de Bolivia a alturas entre los 1.500 y 2.000 msnm, y se caracterizan por ser de desarrollo algo ramificado. Alcanzan alturas de hasta 2,20 m, son plantas verdes, y cuando están en floración toda la planta íntegra, toman la coloración anaranjada. (FAO, 2011, p. 16)

## **1.2.6. Densidad poblacional en la siembra de la quinua**

La espesura de población al momento de la incorporación de semillas está acondicionado a muchos factores como el tamaño de la semilla y el sistema de siembra. La madurez temprana de la variedad también es crucial. Si se siembra al voleo la densidad será 17 veces mayor, mientras que para las variedades altas la densidad será menor. Si las semillas son pequeñas y se siembran en surco, la densidad es menor. (Calla, 2012).

En las primeras etapas del cultivo, es necesaria una mayor densidad de población porque puede ocupar mucha tierra y debilitar la competencia con las plantas nativas. Al mismo tiempo, algunas de las variedades más tardías y viables muestran rendimientos

reducidos en poblaciones muy elevadas. Spehar y Rocha (2009) evaluaron y no encontraron similitud en la productividad entre 100 y 600.000 plantas por ha<sup>-1</sup>

### **1.2.7. Requerimiento edafoclimático del cultivo**

#### **a) Suelos**

La planta de quinua tiene la capacidad de desarrollarse en diferentes tipos de suelo, prefiriendo aquellos suelos francos que contengan alta materia orgánica, poco profundos y con buen drenaje. La quinua no prospera en un suelo con problemas de encharcamiento o inundación; ya que dificulta la germinación y establecimiento inicial de la planta, además durante el desarrollo del cultivo puede haber pudriciones radiculares de las plantas. 18 también se han encontrado cultivares que han sido sembrados en suelos con pH que oscila de 4.5 hasta 9.0. (Rosas, 2019, p. 30)

#### **b) Clima**

Por ser una planta flexible y de alta variabilidad genética, puede adaptarse a zonas con diferentes climas, desde zonas cálidas desérticas costeras hasta zonas frías y secas de meseta, y también se adapta a climas templados y lluviosos. Valle de los Andes. Capaz de adaptarse a zonas selváticas con alta humedad relativa, así como a zonas montañosas andinas de gran altitud; En estas condiciones, es importante saber qué variedades se adaptan mejor a cada condición climática. (Rosas, 2019, p. 30)

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la quinua oscilan entre 15 y 20° °C, pero también puede desarrollarse perfectamente con temperaturas medias de 10° °C. La planta tiene la capacidad para tolerar las bajas temperaturas, puede tolerar hasta menos 8° °C en algunas fases d desarrollo del cultivo; la fase de la ramificación posee la mayor tolerancia y las fases de floración y llenado de granos son las de mayor susceptibilidad. Si la temperatura es extrema y sobrepasa los 38° °C puede ocasionar la caída de flores y también la muerte de estigmas y estambres; dificultando la formación del polen e interrumpiendo la formación de granos, este caso fue evaluado en las zonas de Canchones en Iquique, Chile. Así mismo este desorden fisiológico es frecuente observar en invernaderos de la sierra que carecen de sistemas de aireación. (Rosas, 2019, p. 31)

### 1.2.8. Labores culturales

**Preparación del terreno**, "No todos los suelos son aptos para el cultivo de quinua, porque es importante un buen drenaje"(León, 2003).

**Limpieza del terreno**, "Se recomienda realizar una limpieza, especialmente tras finalizar la cosecha de la campaña anterior y eliminar las malas hierbas y sus restos" (León, 2003).

**Arada**, "Realizarlo a una profundidad de 20 a 25 cm" (León, 2003).

**Rastrado**, "Está diseñado para controlar la infestación de malezas y se recomienda unos días después de arar y, no menos importante, realizar un seguimiento cruzado para lograr nivelación y aplicación de mantillo, lo que ayuda a que el cultivo germine de manera uniforme" (León, 2003).

**Desterronado**, "Si todavía quedan terrones en el suelo cultivado, es una buena idea romperlos o retirarlos del área cultivada"(León, 2003).

**Surcado**, "es recomendable manejar distancias de entre 35 y 40 cm, esto se lo hace con la finalidad de tener mejor control sobre el cultivo, especialmente de malezas" (León, 2003).

**Siembra**, "depositar en el surco las semillas a manera de chorro continuo, cubriéndose para dejar a la semilla a una profundidad de 2 a 5 cm aproximadamente, a pesar de que el cultivo se aplica también siembra al voleo puede presentarse algunas dificultades con respecto a las malezas". Las cantidades a sembrarse en la región sierra es de 4 a 6 kg.ha<sup>-1</sup> y para la costa de 6 kg.ha<sup>-1</sup> (León, 2003).

**Deshierba**, "se la realiza con el propósito de evitar la competencia por espacio, nutrientes, agua y luz entre el cultivo-maleza, habitualmente se la realiza a los 40 y 50 días después de la siembra" (León, 2003).

**Aporque**, "se debe aplicar al inicio del panojamiento; después del deshierbo y fertilización, ayuda a que se tumbe la planta y controlar las malezas" (León, 2003).

**Cosecha**, “al alcanzar la madurez fisiológica, notándose ante el endurecimiento de la semilla y senescencia de hojas bajas, se recomienda cosechar en días secos ya que ante la presencia de humedad se corre el riesgo de presentarse fermentaciones o el enmohecimiento en las parvas, la cosecha cumple con un esquema de: corte, formación de parvas, secado de panojas, golpe, zarandeo, limpieza (venteado) secado de grano y almacenamiento” (León, 2003).

**Almacenamiento**, “en lugares secos con buena ventilación, los granos se almacenan con una humedad de 10% aproximadamente; para evitar el ataque de roedores y polilla se recomienda almacenar en envases de polietileno” (León, 2003).

### **1.3. DEL GUANO DE ISLA**

De acuerdo a AGRORURAL (2009) en la publicación titulada “Guano de Islas” menciona que:

El guano de las islas, considerado el mejor abono orgánico del mundo, es recolectado y comercializado exclusivamente por la Dirección de Abonos del Programa de Desarrollo Producto Agrario Rural - AGRO RURAL. El uso de este insumo orgánico es por finalidad mejorar el suelo, elevar la productividad de los cultivos y mejorar el nivel de vida del hombre del campo. Por ello, es ofertado a precio social a los pequeños agricultores, comunidades navas y comunidades campesinas. Se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), Piquero (*Sula variegata*) y Pelicano bougainvillii (*Pelecanus thagus*). (p. 2)

#### **1.3.1. ¿Cómo se obtiene el guano de islas?**

De acuerdo a AGRORURAL (2009) en la publicación titulada “Guano de Islas” menciona que:

La recolección del guano de las islas es una actividad totalmente artesanal que se realiza en forma racional, evitando su agotamiento. Así la recolección que se realiza en una determinada isla o punta se vuelve a repetir en un período no menor de cinco años. El procesamiento consiste en el picado, tamizado, envasado y pesado del producto, efectuándose en el lugar de recolección. Actualmente el Perú, cuenta con 22 islas y 9 puntas en el litoral de la costa peruana, con una

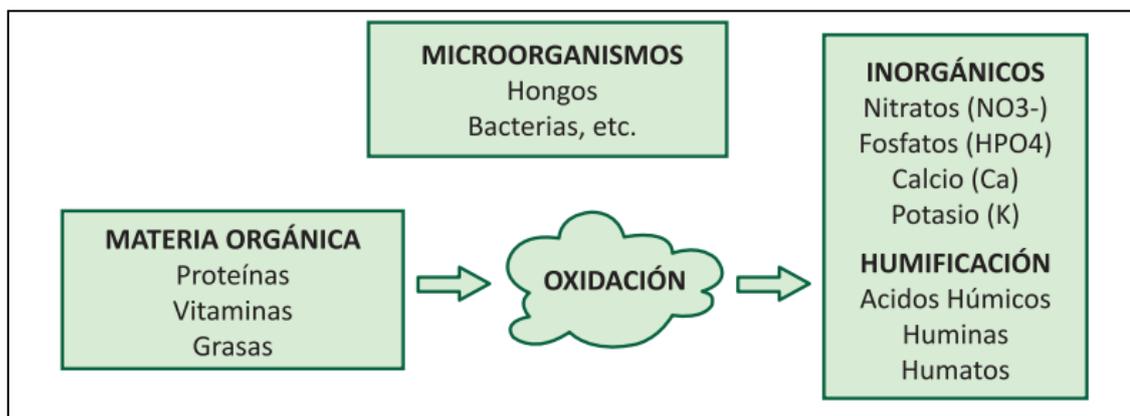
extensión de 2,874 hectáreas. El relieve de estas islas es rocoso e irregular, por lo que la recolección del guano es completamente manual con uso intensivo de mano de obra, lo que genera cerca de mil puestos de trabajo. (p. 2)

### 1.3.2. Propiedades del guano de islas

- Es un fertilizante de origen animal y completo porque contiene todos los nutrientes que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- Es un producto considerado como ecológico ya que no favorece a la contaminación ambiental.
- Es biodegradable, completa su proceso de mineralización en el suelo. Una parte se transforma en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- Favorece a la mejora de las tres dimensiones del suelo tanto físico-químico y biológico. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
- Se disuelve en agua, está casi soluble en la solución del suelo (fracción mineralizada).
- Tiene propiedades de sinergismo porque al combinarse con estiércol incrementa la producción significativamente, como se puede apreciar en el cuadro sobre experimentos realizados en cultivo de papa, en 5 lugares del Perú (AGRORURAL, 2009, p. 2).

**Figura 1.2**

*Propiedades del guano de isla*



### 1.3.3. Riqueza en nutrientes

Para comprender mejor la disponibilidad de nutrientes AGRORURAL (2009), nos muestra en la tabla la cantidad de concentración de cada elemento.

**Tabla 1.2**

*Riqueza de nutrientes del guano de isla*

Elemento	Fórmula/símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 – 14%
Fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 – 12%
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 – 3%
Calcio	CaO	10 %
Magnesio	MgO	0.80 %
Azufre	S	1.50 %
Hierro	Fe	600 ppm
Zinc	Zn	170 ppm
Cobre	Cu	20 ppm
Manganeso	Mn	48 ppm
Boro	B	187 ppm
Molibdeno	Mo	76 ppm

Fuente: AGRORURAL (2009) Guano de Islas

- En promedio, el 35% del nitrógeno total se encuentra en forma disponible (33% en forma de amonio y 2% en forma nítrico) y el 65% en forma inorgánica.
- Del fósforo total, el 56% es soluble en agua (disponible) y el 44% está en forma inorgánica.

## 1.4. DE LAS COBERTURAS VEGETALES

Chile Huerta (2019) citó un método que reduce la evaporación del agua, mantiene la humedad del suelo y promueve el crecimiento de las raíces al incorporar y cubrir materia orgánica insoluble en el suelo. Hay muchos materiales diferentes que se pueden utilizar como mantillo.

En agricultura, el método de aplicación de mantillo orgánico se utiliza en horticultura y agricultura, cubriendo el suelo alrededor de las plantas, entre las hileras de cultivos y durante el período de inactividad. El uso de astillas de corteza beneficia las tres dimensiones de la capa arable. (Cánovas, 2015).

### **1.4.1. Formas de coberturas o acolchados**

#### **a) Cobertura orgánica**

El mantillo orgánico consiste en una capa de residuos de plantas, como residuos de cultivos, paja, malezas secas, hojarascas, ramitas y todos los cuales se utilizan para dar cobertura al suelo ya sea con o sin superficie de cultivo. Esta práctica ha demostrado ser eficaz para aumentar la productividad de los cultivos. (Frutos et al., 2016).

Turney y Menge (1994) en su libro “Mulching to control root disease in avocado and citrus” menciona que:

La utilización del mulch orgánico no es muy habitual, pero a medida que se difundan su práctica, los beneficios y utilidades que aportan en el suelo, así como permite que el suelo no pierda humedad al evitar que esta se evapore por causa de la radiación solar, la capacidad de mejorar el crecimiento y desarrollo de los cultivos, actuando también sobre el Control de malezas y patógenos del suelo. Todo esto aportara que su práctica sea más común. (p. 1)

#### **b) Cobertura inorgánica**

"La agricultura no tradicional utiliza diferentes métodos y materiales, el desarrollo del polietileno como película plástica en 1938 y su introducción como envoltura plástica a principios de la década de 1950 cambió la producción comercial de productos vegetales seleccionados" (Lamont, 1993, p. 35). Son elementos que se están utilizando como parte de una nueva forma de ver el desarrollo agrícola.

Ulcuango (2013) menciona que:

La gran diversidad de material utilizado como los mulch inorgánicos corresponde a varios tipos teniendo en cuenta que por su naturaleza que los mulch sintéticos no se desnaturaliza con la debida rapidez, no siendo sustituidos con constantemente. Una desventaja es que no mejoran la estructura del suelo, al no aportar MO, ni nutrientes, razón por la cual es preferible el mulch orgánico. (p. 29)

Aunque el uso de cobertura plástica modifica el ambiente físico mejorando las propiedades del suelo, pero siendo demasiado costoso y contaminante al final de su vida útil.

De acuerdo a (Robinson, 1988; Turney & Menge, 1994, como se citó en Salas ,2008), afirma que:

Existen varios tipos de cobertura los cuales tienen beneficios favorables en el cultivo y en el control de las malezas, indica para mejor entendimiento que las coberturas cumplen un rol especial protegiendo al suelo de las adversidades climáticas, también conserva la humedad y mantiene la temperatura adecuada para el desarrollo del cultivo. Señala que las coberturas translucidas ayudan en dejar pasar la energía solar el cual favorece en el desarrollo del cultivo, además menciona que las coberturas oscuras ayudan en el control de los arvenses. (p. 47)

Las especies mantenidas bajo una cubierta de plástico aumentan la temperatura del suelo, evitan que se enfríe, reducen la pérdida y el almacenamiento de agua, y las plantas cubiertas con polietileno y paja tienden a ser más altas, lo que significa que las plantas deben regarse con regularidad. usado, fuerte. (Ramakrishna et al., 2006)

#### **1.4.2. Efectos físicos**

El uso de mulching orgánico es una técnica encaminada a mejorar las propiedades del suelo, así como la capacidad de la planta para relacionarse e interactuar con su entorno, con el objetivo de integrarse con los componentes biológicos y su naturaleza abiótica, mantillo, plantas y suelo, proporcionando muchos beneficios.

**La conservación de la humedad del suelo.** El uso de mantillos durante la temporada de crecimiento puede cubrir el suelo con una capa de plantas o materiales sintéticos, lo que reducirá la evaporación del agua del suelo y retendrá la humedad, contribuyendo así a la conservación de la humedad del suelo. También funciona para suprimir el desarrollo de malezas. (Turney & Menge, 1994)

**El incremento de la tasa de infiltración.** Proporcionar agua para el crecimiento de las plantas y eliminar las sales del suelo es una función muy importante del suelo. Sin embargo, no todas las sustancias orgánicas se utilizan fácilmente en el agua. La turba es uno de esos materiales que se libera al medio ambiente después de haber hecho su trabajo de retener la humedad y retener el agua, ya sea de riego o de lluvia, pero es difícil de reutilizar si está muy seca. (Turney & Menge, 1994)

**El incremento en la capacidad de retención del agua.** "Esto se debe a que la materia orgánica atrae cargas negativas a las partículas del suelo, reduciendo la energía libre".

El acolchado cumple así la función de asegurar la disponibilidad de agua al suelo, de acuerdo con la capacidad del campo, y permitir que los poros aumenten el tamaño del suelo, para un mejor aprovechamiento del suelo en la capa árabe de al menos 20 cm. según el tipo de suelo correspondiente a la superficie más explotada (Turney y Menge, 1994).

**Ventajas del uso de cobertura vegetal.** Kondo (s/f), indica las siguientes ventajas:

- Reduce la evaporación ya que mejora la capacidad del suelo para retener agua.
- Al evitar salpicaduras mediante el uso de mantillo, reduce la incidencia de enfermedades de las plantas.
- Un aumento de los procesos microbianos debido a un aumento de la materia orgánica proporcionada por la cubierta vegetal
- El desarrollo normal de la germinación de las plantas y el desarrollo durante las etapas iniciales de crecimiento debido al microclima (humedad, temperatura)

#### **1.4.3. Efectos biológicos**

**Favorece la macro y mesofauna.** Gómez (2015) en su investigación "efecto de diferentes acolchados sobre la humedad y temperatura del suelo, condiciones del agua, incidencia de malezas y crecimiento de cultivos en una plantación de mandarinos nova en Concordia, entre ríos" indica que:

El uso de rastrojo de cosecha como mulch que se encuentra cerca de la superficie del suelo, la cual se convierten en materia orgánica. La macro y mesofauna del suelo (gusanos, insectos) comienzan a descomponer los residuos, al tiempo que proporcionan una fuente de carbono y energía para que los microorganismos crezcan rápidamente. Introducen desechos más profundamente en el suelo, por lo que las concentraciones más altas de OM se producen en los 15 a 20 cm superiores del suelo. (p. 82)

**Permite la protección y el adecuado desarrollo de la raíz.** Gómez (2015) en su trabajo sobre el efecto del mulch sobre la humedad y temperatura del suelo, indica que:

El mulch favorece al suelo puesto que le otorga condiciones favorables en las diferentes capas para el adecuado desarrollo de las raíces del cultivar, proporcionando una estructura adecuada del suelo, espacios porosos, permitiendo la aireación y su capacidad de la estabilización del contenido de coloides, así como la capacidad de predisponer los nutrientes. (p. 83)

**Reducción de arvenses.** Rowley et al (2011) en la investigación realizada de “Mulch and organicherbicide combinations for in-row orchard weed suppression” menciona que:

La utilización de una gran variedad de mulch sobre el suelo, así como en los cultivos forma una capa que limita el ingreso de la luz y el calor del sol haciendo difícil la germinación de malezas que requieren iluminación y aquellas que no la necesitan. Al ser mayor las capas de mulch sobre el suelo más a de cubrir, por lo tanto, esto permitirá una mayor barrera para la germinación y emergencia de los arvenses, más aún aquellas que son de semillas de menor diámetro. Al incorporar el mulch a malezas en crecimiento limita que estas se sigan desarrollando y sean afectadas por patógenos. (p. 63)

**Incremento en concentraciones de CO<sub>2</sub>.** Gómez (2015) indica que:

Los suelos cubiertos con mulch presentan una mayor concentración de CO<sub>2</sub>, esto se debe a que el mulch impide la salida del CO<sub>2</sub>, este CO<sub>2</sub> resultado de la actividad aeróbica de las raíces se acumulan por debajo de la planta favoreciendo su parte aérea algo así como una chimenea. Otro aporte de CO<sub>2</sub> se da por la acción de la actividad microbiana. (p. 84)

#### **1.4.4. Efectos químicos**

**El pH.** Zribi et al (2011) en su investigación menciona que al:

Agregar mantillo orgánico ayuda a amortiguar y controlar los cambios en el pH del suelo. Sin embargo, el mantillo puede alterar el pH del suelo. Esto depende del material utilizado. Si se utiliza corteza como mantillo, acidificará el suelo. Todo depende de los materiales utilizados. Y debes intentar mantener el pH lo más neutro posible. Estos pequeños cambios afectan diversos procesos químicos,

pero no afectan los procesos físicos del suelo, incluida la estrecha relación entre las plantas y su entorno. (p. 148)

**Fertilidad suelo.** Los revestimientos en contacto con el suelo bajo la influencia de la humedad y la temperatura descompondrán sustancias orgánicas que comienzan a formar estructuras de cemento formando agregados más estables, permitiendo la migración de compuestos gaseosos de los cuales se emite CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, aumentando con ello la fertilidad del suelo. (Turney & Menge, 1994).

#### **1.4.5. Características del suelo con coberturas vegetales**

##### **a) Humedad**

De acuerdo con Martínez et al. (2010) con respecto a la humedad en suelos que presentan coberturas refiere que:

La cantidad de hojarasca en el suelo y el grosor de los horizontes “O” y “A”, que dependen directamente del tipo de vegetación, favorecen al suelo con una menor pérdida de humedad en la temporada de secas y una mayor retención de humedad en la temporada de lluvias. (p. 101)

Martínez et al. (2010) hace mención que “en zonas con mayor cantidad de hojarasca la pérdida de humedad en el suelo es menor en temporada de sequía” (p. 2). Además, indica que “la pendiente y textura son factores determinantes que afectan la humedad del suelo y son independientes de la vegetación de la zona”.

Además, Serra (2021), en su blog titulada ¿El mulch acidifica el suelo? Menciona que:

El mulch actúa como capa protectora del suelo, mantiene la humedad de la tierra, reduce la temperatura en las zonas aplicadas, frena el crecimiento de la maleza (esto reduce la competencia de las plantas por los nutrientes) y además disminuye el reflejo del sol en zonas muy soleadas. (párr. 3)

##### **b) pH**

Desde el punto de vista de Cremona y Enriquez (2020), definen al pH del suelo como:

Al pH también se lo conoce como “reacción del suelo”, e indica cuán ácido o alcalino es un suelo cuando está en contacto con el agua. Es un indicador del ambiente que se genera en la solución del suelo, y condiciona todas las reacciones químicas y biológicas que en ella ocurren. (p. 5)

Quichimbo et al. (s.f) de acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación que realizaron indica que:

La CIC y CICE, muestra valores promedio por lo contrario más elevados para las coberturas antropizadas en comparación con las que no están muy influenciadas por las actividades del hombre, este efecto puede ser atribuido al aumento de la actividad de la materia orgánica que se libera de los complejos órgano-metálicos, pero que también se vuelve más susceptible a su descomposición y pérdida a largo plazo (Hofstede 1995, Hofstede et al. 2002). La acidez intercambiable también se ve influenciada por el cambio de cobertura vegetal, se puede notar un elevado valor promedio para las coberturas que tienen influencia humana,  $Al+H = 7.25$   $cmolc\ dm^{-3}$  (Cp, BPi, Pq y Pa), frente a un valor de 3.42 de las coberturas no antropizadas (P, Al; Bp y BMa), esto sugiere que los iones de Al se liberan de las estructuras alofánicas (Johnson-Maynard 2006), por una meteorización inducida por los cultivos lo que hace que el valor de la acidez intercambiable aumente con los problemas consiguientes de toxicidad para las plantas por el incremento de la actividad del  $Al^{3+}$  y del  $H^{+}$ . (p. 146)

#### **1.4.6. Capacidad de intercambio catiónico**

Desde el punto de vista de Cremona y Enriquez (2020), definen al pH del suelo como:

La conductividad eléctrica del suelo es una medida indirecta de la concentración de sales. El suelo naturalmente tiene disueltas sales, por lo que la conductividad eléctrica puede ser muy baja pero nunca nula. Las sales son buenas para los organismos que las consumen disueltas en el agua, sin embargo, el exceso puede afectar tanto al crecimiento de las plantas como a la actividad de los microorganismos del suelo. La conductividad eléctrica también varía en un amplio rango dependiendo de varios factores, como el material de origen o los factores formadores de suelo. (p. 6)

Quichimbo et al. (s.f) en consecuencia de lo logrado en su investigación realizada afirma que:

La CIC y CICE, muestra valores promedio por lo contrario más elevados para las coberturas antropizadas en comparación con las que no están muy influenciadas por las actividades del hombre, este efecto puede ser atribuido al aumento de la actividad de la materia orgánica que se libera de los complejos órgano-metálicos, pero que también se vuelve más susceptible a su descomposición y pérdida a largo plazo (Hofstede 1995, Hofstede et al. 2002). La acidez intercambiable también se ve influenciada por el cambio de cobertura vegetal, se puede notar un elevado valor promedio para las coberturas que tienen influencia humana,  $Al+H = 7.25$   $cmolc\ dm^{-3}$  (Cp, BPi, Pq y Pa), frente a un valor de 3.42 de las coberturas no antropizadas (P, Al; Bp y BMa), esto sugiere que los iones de Al se liberan de las estructuras alofánicas (Jhonson-Maynard 2006), por una meteorización inducida por los cultivos lo que hace que el valor de la acidez intercambiable aumente con los problemas consiguientes de toxicidad para las plantas por el incremento de la actividad del  $Al^{3+}$  y del  $H^{+}$ . (p. 147)

**Tabla 1.3**

*Parámetros para clasificar los suelos según salinidad. Adaptado de Abrol et al. (1988)*

<b>Suspensión – relación suelo/agua 1:2,5</b>	<b>Conductividad eléctrica (dS/m)</b>
No salino	0 – 1
Ligeramente salino	1 – 2
Moderadamente salino	2 – 4
Muy salina	4 – 8

#### **1.4.7. Relación de coberturas vegetales con el suelo**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (s.f) indica que:

Mantener cubierta la superficie del suelo es un principio fundamental en la agricultura de conservación. Los residuos de los cultivos se dejan sobre la superficie del suelo, pero puede ser necesario recurrir a cultivos de cobertura si el intervalo de tiempo entre la cosecha de un cultivo y el establecimiento del siguiente es demasiado largo. Los cultivos de cobertura mejoran la estabilidad del sistema de agricultura de conservación, no solo por el mejoramiento de las

propiedades del suelo, sino también por su capacidad para favorecer una mayor biodiversidad en el ecosistema agrícola. En regiones en las que se producen cantidades menores de biomasa, como las regiones semiáridas o las zonas con suelos erosionados y degradados, los cultivos de cobertura son beneficiosos. (párr 1-2)

Los beneficios son:

- Proteger la tierra durante el período de barbecho.
- Movilizan y reciclan nutrientes.
- Mejoran la estructura del suelo y rompen capas de suelo compactadas y cimientos compactados.
- Permiten la rotación de cultivos en sistemas de monocultivo.
- Pueden usarse para controlar malezas y plagas.

Los cultivos de cobertura son útiles para:

- Proteger el suelo cuando no está cultivado.
- Suministrar una fuente adicional de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo.
- Reciclar los nutrientes (especialmente el fósforo y el potasio) y movilizarlos en el perfil del suelo con el fin de facilitar su disponibilidad para los siguientes cultivos.
- Actuar como "labranza biológica" del suelo; las raíces de algunos cultivos, especialmente de crucíferas como el rábano oleaginoso, son pivotantes y capaces de penetrar capas compactadas o muy densas, incrementando la capacidad de percolación de agua del suelo.
- Utilizar los nutrientes fácilmente lixiviables (especialmente el nitrógeno [N]).

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente experimento se llevó a cabo en el C.E. Canaán; Ayacucho, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito metropolitano de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y región Ayacucho que se sitúa a 2750 msnm. Ubicado geográficamente a 13° 08' 05" Latitud Sur y 74° 32' 00" Longitud Oeste. Según la Oficina Nacional de Recursos Naturales (1979). Observándose en la figura 2.1.

#### Figura 2.1

*Ubicación geográfica del C.E. Canaán*



*Nota. Ubicación geográfica del Centro Experimental Canaán [Fotografía Satelital] Google Earth, 2023*

### 2.2. MATERIALES, EQUIPOS, SOFTWARE Y OTROS

#### 2.2.1. Materiales

- Lampa recta
- Balde

- Recipiente de 1L para la muestra
- Azadón
- Rastrillo
- Wincha de 5 m
- Rafia
- Manta
- Hoz
- Lapicero
- Cuaderno de apuntes
- Balanza

### **2.2.2. Equipos**

- Cámara digital
- Mochila de fumigar
- Balanza de precisión
- Laptop

### **2.2.3. Software**

- Microsoft Excel 2022
- INFOSTAT

### **2.2.4. Fertilizantes**

- Urea (46 % N)
- Guano de isla

### **2.2.5. Insecticida y fungicida**

- CYPERKLIN 25 (Cypermethrin + ingredientes inertes)
- TIFON ® 2.5 PS (Chlorpyrifos +aditivos)
- BENZOMIL® 500 (Benzimidazoles; polvo mojable).

## **2.3. VARIEDAD UTILIZADA**

La variedad de quinua utilizada en el presente experimento es la Salcedo INIA típico de las regiones centrales de nuestro país, es resistente al mildiu, su periodo vegetativo se encuentra entre los 150 días, con granos blancos, con saponina casi imperceptible organolépticamente. El cultivo tiende alcanzar una altura de 1.60 a 2.00 m, resistente a heladas -2°C y productividad cambia mucho de acuerdo a la dosis de fertilización, alcanzando hasta 2 500 kg.ha<sup>-1</sup>. INIA, Illpa (1997)

## **2.4. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

En el C.E. en la campaña agrícola 2021 se instaló el cultivo de papa con diferentes dosis de guano de isla, el año 2022 se instaló un trabajo experimental de quinua variedad

Salcedo INIA utilizando como factores en estudio tres tipos de cubiertas vegetales y tres niveles de guano de isla.

## 2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO

Con la finalidad de determinar los componentes químicos y físicos del suelo del campo experimental, se realizó el muestreo obteniéndose una muestra de suelo de un kilogramo, obtenido de un perfil de 20.0 cm; luego se mandó realizar el respectivo estudio de caracterización en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la UNSCH; los resultados respectivos se observan en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1**

*Análisis de caracterización del campo experimental*

Resultados		Interpretación	
	Arena	51.7	
Análisis mecánico (%)	Limo	21.9	
	Arcilla	26.4	
		Fr-Ar-Ao	Franco arcillo arenoso
Clase textural		7.84	Ligeramente alcalino
pH (H <sub>2</sub> O) 1:2:5		0.73	Baja
C.E. (dS/m.) 1:1		0.0	Bajo
CaCO <sub>3</sub> (%)		2.82	Medio
M.O. (%)		0.14	Medio
Nt (%)		33.2	Alto
Elementos disponibles (ppm)	P	67.6	Bajo
	K	11.4	
	Ca <sup>++</sup>	4.08	
	Mg <sup>+</sup>	0.35	
Cationes cambiabiles (Cmol(+)/kg)	K <sup>+</sup>	0.28	
	Na <sup>+</sup>	0.0	
	Al <sup>+3</sup>	0.0	
	H <sup>+</sup>	0.0	
C.I.C. (Cmol(+)/kg)		28.0	

*Nota. Análisis de caracterización del campo experimental Laboratorio de suelos y análisis foliar UNSCH, 2022.*

En consecuencia, de lo logrado, se afirma que el suelo del campo experimental, tiene un pH considerado ligeramente alcalino, el porcentaje de materia orgánica y

contenido de nitrógeno total medio, fósforo alto y potasio bajo. De acuerdo al estudio físico del suelo se determinó como franco arcillo arenoso, mientras por la característica físicas y químicas que tiene, este suelo es óptimo para el cultivo de quinua (Ibáñez y Aguirre, 1983).

## **2.6. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

En Ayacucho el clima es de cambios rápidos de la variación temperatura entre el día y la noche, con temperaturas medio que oscilan entre los 14 y 18 grados, siendo los meses más calurosos y más húmedos (enero, febrero y marzo) los mismos.

Por encima de 24 °C, temperatura mínima de 9 °C a 10 °C. La temperatura confortable corresponde a la estación seca del año, con temperaturas matinales que oscilan desde 2°C a 5°C y las temperaturas más bajas correspondientes a los meses (mayo, junio, julio, agosto). La temperatura máxima en los meses (septiembre, octubre, noviembre, diciembre) es de 26 °C y la temperatura mínima es de unos 10 °C.

La humedad relativa asimismo es variable desde 50 a 60% y las precipitaciones pueden presentarse desde 400 mm a 700 mm con un promedio de 550 mm, concentradas mayormente en el primer trimestre del año (las precipitaciones anuales oscilan alrededor de 60.0 mm).

Con el objetivo de determinar las condiciones climáticas predominantes durante el ciclo de crecimiento de la quinua, se generó un balance hídrico con base en datos registrados por el Observatorio Meteorológico INIA (SENAMHI) en Huamanga.

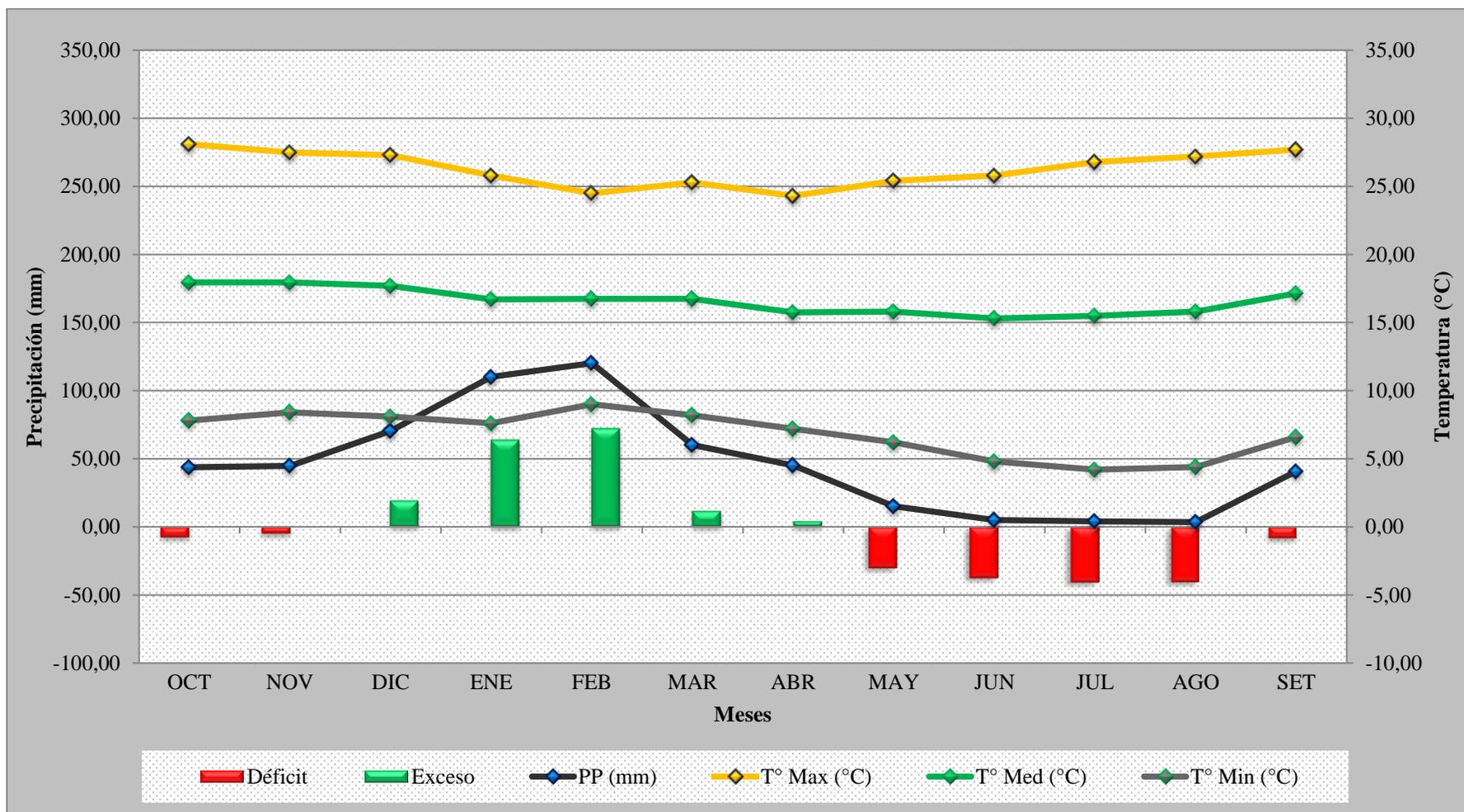
En la tabla 2.3 se observa la variación mensual del clima registrado durante la campaña agrícola 2021-2022, donde se aprecia las siguientes características: la temperatura mínima media mensual varió desde 4.2°C a 9.0 °C esta variación se comportó durante los meses de julio a febrero del 2018; la temperatura promedio anual registrado es de 16.6 °C, en cambio la precipitación pluvial total del 2021-2022 fue de 563.40 mm.

El balance hídrico, (Figura 2.2) se observa un déficit de humedad del suelo entre los meses de octubre y noviembre 2021 y entre mayo y setiembre de 2022. Entre los meses de diciembre 2021 hasta abril del 2022 se tuvo un exceso de humedad en el suelo.



**Figura 2.2**

*Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2021 - 2022 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) - Ayacucho*



## 2.7. FACTORES EN ESTUDIO

### Coberturas vegetales (C)

- $c_1$  : Sin cobertura vegetal  
 $c_2$  : Con cobertura de arveja  
 $c_3$  : Con cobertura de maíz  
 $c_4$  : Con cobertura de trigo

### Niveles de guano de isla (G)

#### Indicadores

- $g_0$  : 0.0 t.ha<sup>-1</sup>  
 $g_1$  : 1.0 t.ha<sup>-1</sup>  
 $g_2$  : 2.0 t.ha<sup>-1</sup>

## 2.8. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Al combinar los factores en estudio el resultado es lo siguiente:

**Tabla 2.3**

*Tratamientos estudiados en la investigación*

tratamientos		descripción
T <sub>1</sub>	$g_0 \times c_1$	0.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y sin cobertura vegetal
T <sub>2</sub>	$g_1 \times c_1$	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y sin cobertura vegetal
T <sub>3</sub>	$g_2 \times c_1$	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y sin cobertura vegetal
T <sub>4</sub>	$g_0 \times c_2$	0.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de arveja
T <sub>5</sub>	$g_1 \times c_2$	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de arveja
T <sub>6</sub>	$g_2 \times c_2$	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de arveja
T <sub>7</sub>	$g_0 \times c_3$	0.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de maíz
T <sub>8</sub>	$g_1 \times c_3$	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de maíz
T <sub>9</sub>	$g_2 \times c_3$	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de maíz
T <sub>10</sub>	$g_0 \times c_4$	0.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de trigo
T <sub>11</sub>	$g_1 \times c_4$	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de trigo
T <sub>12</sub>	$g_2 \times c_4$	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de trigo

**Tabla 2.4***Dosis de guano de isla y su equivalencia por el área de aplicación en parcelas divididas*

Tratamiento	Código	Guano de isla			
		Niveles de guano de isla			
		(kg. ha <sup>-1</sup> )	(g/12m <sup>2</sup> )	(g/por 3 repeticiones)	Total, en (kg)
T <sub>1</sub>	c <sub>1</sub> X g <sub>0</sub>	0	0	0	0
T <sub>2</sub>	c <sub>1</sub> X g <sub>1</sub>	1000	1200	3600	3.6
T <sub>3</sub>	c <sub>1</sub> X g <sub>2</sub>	2000	2400	7200	7.2
T <sub>4</sub>	c <sub>2</sub> X g <sub>0</sub>	0	0	0	0
T <sub>5</sub>	c <sub>2</sub> X g <sub>1</sub>	1000	1200	3600	3.6
T <sub>6</sub>	c <sub>2</sub> X g <sub>2</sub>	2000	2400	7200	7.2
T <sub>7</sub>	c <sub>3</sub> X g <sub>0</sub>	0	0	0	0
T <sub>8</sub>	c <sub>3</sub> X g <sub>1</sub>	1000	1200	3600	3.6
T <sub>9</sub>	c <sub>3</sub> X g <sub>2</sub>	2000	2400	7200	7.2
T <sub>10</sub>	c <sub>4</sub> X g <sub>0</sub>	0	0	0	0
T <sub>11</sub>	c <sub>4</sub> X g <sub>1</sub>	1000	1200	3600	3.6
T <sub>12</sub>	c <sub>4</sub> X g <sub>2</sub>	2000	2400	7200	7.2
<b>Total (g)</b>			<b>43,200.0</b>	<b>129,600.0</b>	<b>43.2</b>

## 2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado (BCR), Parcelas Divididas, adjudicándose las coberturas vegetales a estas sub parcelas y dosis de guano de isla a las parcelas, con 12 tratamientos y 3 repeticiones. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + (\alpha\beta)_{ik} + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  : Variable de respuesta del nivel de coberturas vegetales

$\mu$  : Media general

$\beta_k$  : Efecto del bloque

$\alpha_i$  : Efecto del i nivel de cobertura vegetal

$(\alpha\beta)_{ik}$  : Error de subparcelas (cobertura vegetal)

$\delta_j$  : Efecto de la j-ésima nivel de guano de isla

$(\alpha\delta)_{ij}$  : Efecto de la interacción de los factores cobertura vegetal y nivel de guano de isla.

$\varepsilon_{ijk}$  : Error de parcelas (guano de isla)

**Sub índice:**

- i : 1, 2, 3,4 (coberturas vegetales)  
j : 1,2,3 (guano de isla)  
k : 1,2,3 (bloques)

**Unidad experimental**

La unidad experimental (sub - parcela) tendrá como medida de 5.0 m por 2.4 m de largo y ancho respectivamente.

**2.10. DISEÑO DEL ÁREA EXPERIMENTAL**

Las características del campo experimental son:

**Bloques**

Número de bloques del experimento	: 3
Largo del bloque	: 20.00 m
Ancho del bloque	: 7.20 m
Área total de los bloques	: 144.0 m <sup>2</sup>

**De las parcelas**

Cantidad de parcelas por bloque	: 3.0 unidades
Largo de parcelas	: 20.0 m
Ancho de la parcela	: 2.4 m
Área de las parcelas	: 48.0 m <sup>2</sup>

**De las sub parcelas**

Largo de las sub parcelas	: 5.0 m
Ancho de las sub parcelas	: 2.4 m
Cantidad de sub parcelas por bloque	: 12 unid.
Cantidad de surcos por sub parcelas	: 03 surcos
Área total de las sub parcelas	: 12 m <sup>2</sup>

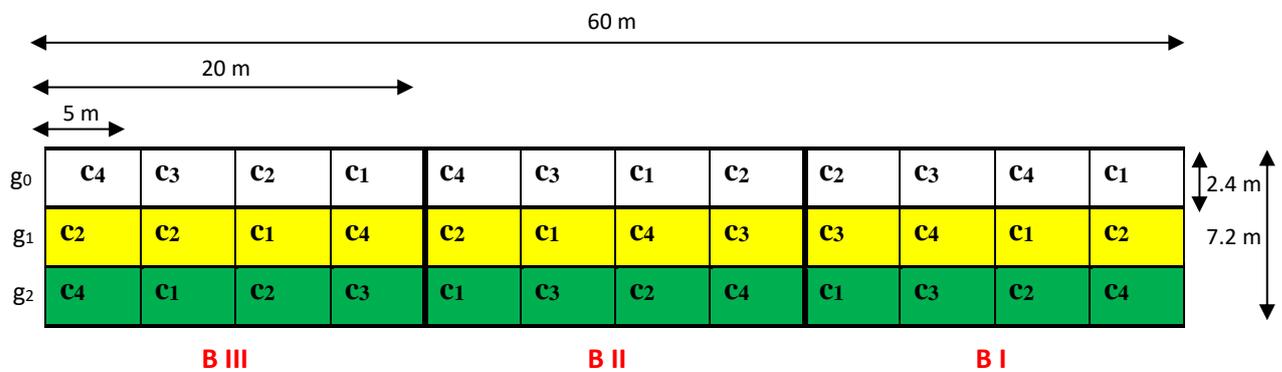
**Área total del experimento**

Área total del experimento	: 432.0 m <sup>2</sup>
----------------------------	------------------------

## 2.11. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

**Figura 2.3**

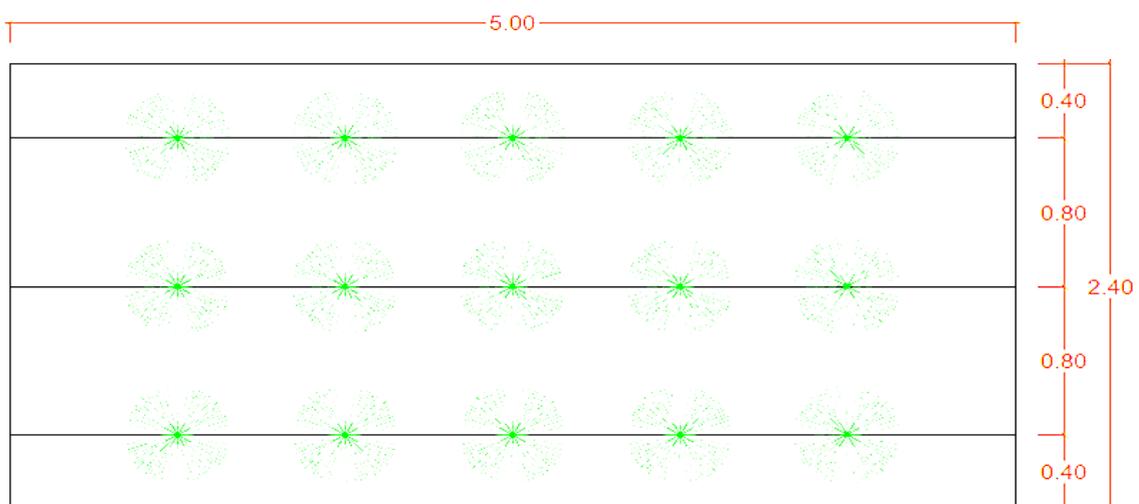
*Croquis de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales*



## 2.12. CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

**Figura 2.4**

*Croquis de la unidad experimental*



## 2.13. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### 2.13.1. Preparación de terreno

#### a) Arado

Se utilizó un arado de discos para iniciar la arada el 4 de abril de 2022, a 0,25 m de profundidad, luego de lo cual se desmenuzó el suelo y se eliminaron malezas y tocones de manera desesperada.

### **b) Surcado y demarcación del terreno**

El 18 de abril de 2022 se logró realizar el surcado, considerando un distanciamiento de 0.80 m entres surcos, asimismo se logró la separación del campo experimental en bloques, parcelas, sub parcelas.

#### **2.13.2. Abonamiento**

El día 18 de abril del 2022, la incorporación del guano de isla se realizó a chorro continuo según el diseño experimental al fondo de los surcos, luego se realizó la cobertura del abono con tierra.

#### **2.13.3. Siembra**

El 18 de abril del 2022, se realizó la siembra de quinua variedad Salcedo INIA, de manera manual a chorro continuo al fondo del surco, cubriendo con una capa de suelo con el uso de escoba de mano.

#### **2.13.4. Riego**

Se realizó el riego. Por lo que es necesario asegurar el uso eficiente del agua y acorde a la demanda del cultivo en el tiempo, durante 10 días después de la siembra se regó cada 3 días hasta que las plantas emergidas formen las dos hojas verdaderas, luego se regó cada semana por 30 minutos en cada riego hasta el día 45 después de la siembra, finalizando con los últimos riegos 12 de julio de 2022.

Los riegos se hicieron los días 18, 19, 21, 23 y 27 de abril; 02, 09, 16 y 20, 24 y 30 mayo; 04, 08, 13, 24 y 28 junio; 04, 12 julio del 2022, siendo un total de 18 riegos durante la campaña agrícola.

Realizando un cálculo del consumo de agua por campaña se utilizó 2500 a 300 mc por hectárea aproximadamente.

#### **2.13.5. Deshierbo y raleo**

Se raleó el 03 de mayo 2022 a los 16 días contados desde la siembra, eliminando las plantas defectuosas, amarillentas y débiles, donde se dejó 15 plantas por metro lineal (en cada unidad experimental); luego se raleó por segunda vez el día 17 y 18 de junio de

2022, eliminando a las plantas defectuosas y finalmente se dejó 10 plantas por metro lineal en cada unidad experimental.

El primer deshierbe se inició el 17 y 18 de junio de 2022, pasado 30 días desde la siembra las plantas ya tenían una altura de 20-25 cm. alto el segundo raleo se realizó el 4 de julio de 2022, antes de la primera siembra, y el tercer deshierbe se realizó el 30 de julio de 2022, cuando el cultivo estuvo establecido y llenado por completo. en la mano Se realizaron tres rondas de deshierbe durante todo el proceso de cultivo.

#### **2.13.6. Aporque**

Esto se hizo el 4 de julio de 2022 usando una pala para llevar el cultivador a la base de las plantas para brindar un buen anclaje a las raíces sin volarlas. Además, cuida el resto de vegetación.

#### **2.13.7. Control fitosanitario**

Para prevenir y controlar el ataque de plagas y enfermedades se fumigó 3 veces:

- La primera aplicación fue el 22 de mayo del 2022, “se aplicó con Cyperklin 25 para control de defoliador (*Diabrotica speciosa*) y el 25 de abril con Mancozeb 80WP como control preventivo contra el mildiú (*Peronospora farinosa*). La dosis de aplicación fue: 30ml/20L de agua, 50 g por mochila de 20 litros de agua”.
- La segunda aplicación fue el 06 de mayo del 2022, se aplicó con Mancozeb 80WP como control preventivo contra el mildiú (*Peronospora farinosa*); asimismo, se aplicó con Cyperklin 25 para control de defoliador (*Diabrotica speciosa*) el 10 de mayo de 2022. La dosis de aplicación fue: 50 g por mochila de 20 litros, 30ml/20L de agua respectivamente”.
- La tercera aplicación fue el 25 de mayo del 2022, se aplicó con Cyperklin 25 para control de defoliador (*Diabrotica speciosa*) y otros insectos dañinos de menor importancia.
- Se aplicó Tifón el 14 de julio del 2022, a chorro continuo antes de incorporar las coberturas vegetales con la finalidad de prevenir el ataque de grillos puesto que las coberturas favorecen la propagación y ambiente adecuado para esta plaga en especial; se aplicó 1.5 kg de TIFON 2.5 PS a todos los surcos.

### **2.13.8. Incorporación de coberturas vegetales**

Se incorporó los tres tipos de coberturas vegetales de acuerdo al diseño experimental los días 15, 16 y 17 de junio del 2022.

### **2.13.9. Cosecha**

El trabajo de cosecha se realizó en forma manual en dos etapas, el primero el 26 de agosto de 2022 a los 130 días después de la siembra, cosechando el 70 % en estado de madurez fisiológica, esta labor se realizó en cada tratamiento y repetición teniendo en cuenta el efecto borde, utilizando costales, rafia, etiquetas y hoz. Las muestras cosechadas se trasladaron a un secadero para su secado correspondiente en un ambiente fresco y seco. La segunda cosecha se realizó el 19 de setiembre del 2022 el 30 % que se dejó en la primera cosecha, se siguió los mismos pasos que el anterior.

El 24, 25 y 26 de setiembre de 2022 se realizó manualmente la trilla y venteo de la quinua para lo cual se utilizó mantas de yute, costales, bolsas, ventilador, balanza y etiqueta.

## **2.14. VARIABLES EVALUADAS**

### **2.14.1. Fenología y productividad**

#### **a) Emergencia**

Se registró el rango de días transcurridos entre el inicio y finalización de la emergencia de plántulas emergidas del suelo y que presentaron las dos primeras hojas cotiledonales.

#### **b) Madurez fisiológica (dds)**

Se contó los días transcurridos desde aparición y la finalización en todo el campo la madurez fisiológica del fruto. Uno de los criterios utilizados para determinar la madurez fisiológica fue el cambio de coloración de las hojas panojas, asimismo cuando se sacude la panoja cayeron las semillas ya maduras los cuales son indicadores de madurez.

#### **c) Altura de planta a la madurez fisiológica (cm)**

Se tomó la medida de 10 plantas por tratamiento, para medir desde el cuello de la raíz hasta la base de la panoja principal.

**d) Longitud de la panoja (cm)**

Se tomó la medida (en la madurez fisiológica) de 10 panojas por tratamiento previamente identificadas, entre la base donde empieza la formación estructural de la panoja y el extremo distal de la misma.

**e) Peso de panoja (g)**

Las panojas identificadas se cosecharon en diferentes recipientes, estas mismas se utilizó para calcular el peso de la panoja, con ayuda de una balanza.

**f) Peso de 1000 semilla (g)**

Se tomó tres repeticiones del peso de 100 semillas por cada muestra representativa, posteriormente se expresó en peso de 1000 semillas.

**g) Rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>)**

Se registró el peso del grano trillado y limpio en kg.ha<sup>-1</sup> de cada unidad experimental los cuales se expresaron en toneladas por hectárea.

**2.14.2. Características del suelo**

Se recolectó muestras de suelo de cada una de las unidades experimentales y de las tres repeticiones, obteniéndose una muestra compuesta para cada uno de los tratamientos (12), a las que se llevó al laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería para el análisis de suelo antes de instalar el experimento y después de la cosecha: Se evaluaron las siguientes características:

- a) Densidad aparente
- b) Humedad gravimétrica
- c) pH
- d) Conductividad eléctrica del suelo.
- e) Materia orgánica, estimado del aporte de N cuando se incorpora la cobertura vegetal y el guano de isla.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

##### 3.1.1. Evaluación del pH del suelo

**Tabla 3.1**

*Resultados del análisis del pH inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*

Trat.	Descripción	pH inicial	Interpretación	pH final	interpretación
<b>T1</b>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) y sin Cobertura	7.84	Ligeramente alcalino	7.78	Ligeramente alcalino
<b>T2</b>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) y sin Cobertura	7.84	Ligeramente alcalino	7.72	Ligeramente alcalino
<b>T3</b>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) y sin Cobertura	7.84	Ligeramente alcalino	7.53	Ligeramente alcalino
<b>T4</b>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de arveja	7.84	Ligeramente alcalino	7.69	Ligeramente alcalino
<b>T5</b>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de arveja	7.84	Ligeramente alcalino	7.67	Ligeramente alcalino
<b>T6</b>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de arveja	7.84	Ligeramente alcalino	7.64	Ligeramente alcalino
<b>T7</b>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de maíz	7.84	Ligeramente alcalino	7.67	Ligeramente alcalino
<b>T8</b>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de maíz	7.84	Ligeramente alcalino	7.84	Ligeramente alcalino
<b>T9</b>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de maíz	7.84	Ligeramente alcalino	7.69	Ligeramente alcalino
<b>T10</b>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de trigo	7.84	Ligeramente alcalino	7.64	Ligeramente alcalino
<b>T11</b>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de trigo	7.84	Ligeramente alcalino	7.62	Ligeramente alcalino
<b>T12</b>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) y cobertura de trigo	7.84	Ligeramente alcalino	7.73	Ligeramente alcalino

En la tabla 3.1 y figura 3.1 se muestra los resultados del análisis del pH inicial (antes del experimento) y pH final (después del experimento) de muestras de suelo de las unidades experimentales donde se instaló el cultivo de quinua, en la cual se observa que el pH del suelo antes de la siembra es de 7.84 considerado como ligeramente alcalino y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin cobertura vegetal, el pH del suelo disminuye a medida se incrementa el nivel de guano de isla (7,58 a 7.53). Con la aplicación de cobertura de arveja el pH del suelo disminuye ligeramente a medida se incrementa la dosis de guano de isla (7.69 a 7.64) y finalmente con la

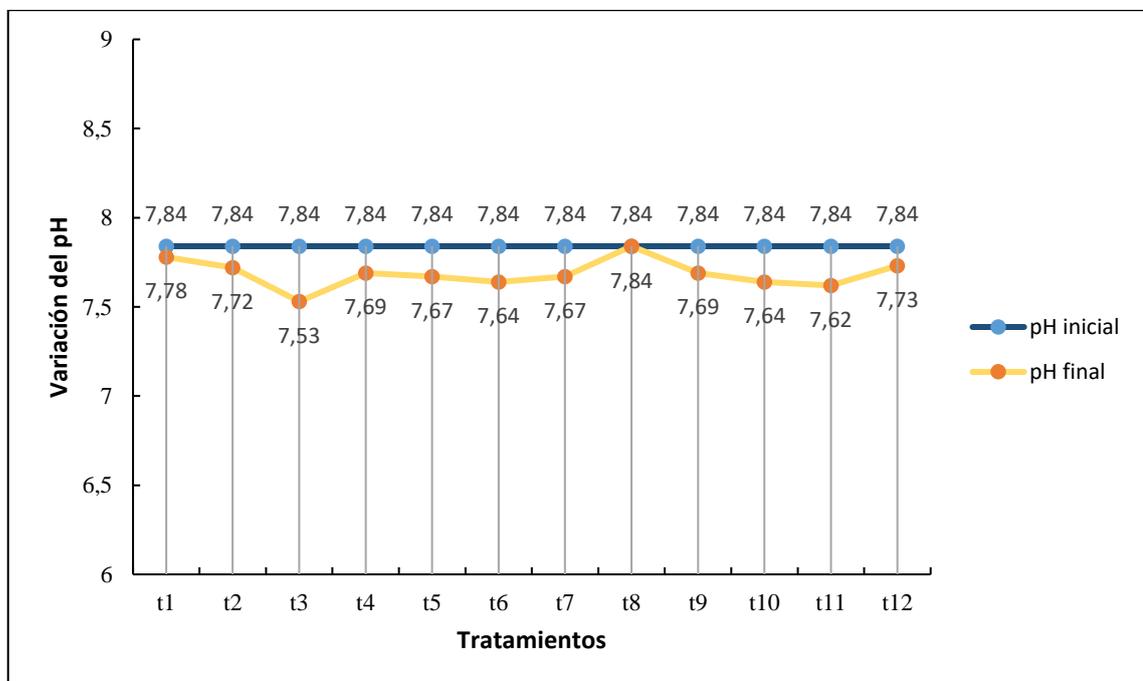
aplicación de coberturas de maíz y trigo el pH se aumenta ligeramente conforme se incrementa el nivel de guano de isla (7.67 a 7.69 y de 7.64 a 7.73), respectivamente.

La disminución del pH del suelo del lugar del experimento se debería a la aplicación del guano de islas y las coberturas de arveja, maíz y trigo coincidiendo con lo encontrado por Sanabria, S. et al. (2021) y por Zeballos (2015).

De los resultados obtenidos se puede mencionar que se observa que con la aplicación de diferentes tipos de cobertura vegetal y diferentes niveles de guano de isla existen ligeras variaciones en el pH del suelo en los 12 tratamientos, pero las interpretaciones no varían, debido a que el pH “ligeramente alcalino” tiene un rango de 7.1 a 7.8, rango en el cual se encuentran los valores de pH obtenidos después de la cosecha del cultivo de quinua (7.53 a 7.84), concluyéndose que el pH del suelo después de la cosecha no sufrió cambios significativos.

**Figura 3.1**

*Resultados del análisis del pH inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*



### 3.1.2. Evaluación de la conductividad eléctrica

**Tabla 3.2**

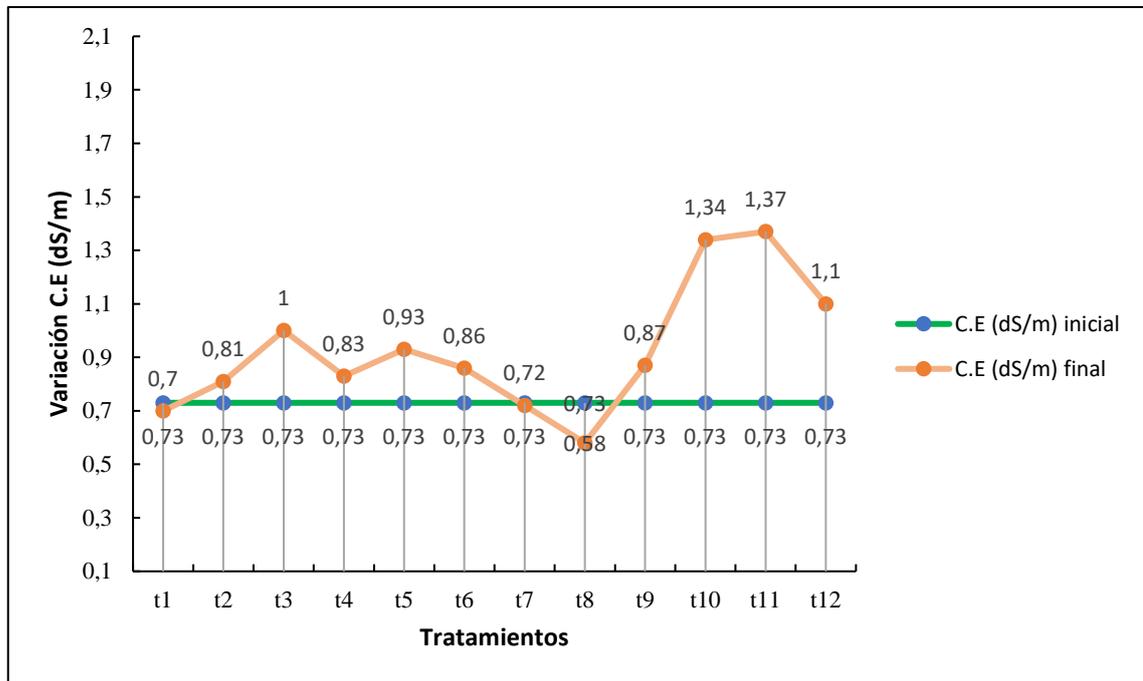
*Resultados del análisis de la conductividad eléctrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*

Trat.	Descripción	C.E (dS/m)		C.E (dS/m)	
		inicial	interpretación	final	interpretación
T <sub>1</sub>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Sin Cobertura (testigo)	0.73	Muy ligeramente salino	0.7	Muy ligeramente salino
T <sub>2</sub>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Sin Cobertura	0.73	Muy ligeramente salino	0.81	Muy ligeramente salino
T <sub>3</sub>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Sin Cobertura	0.73	Muy ligeramente salino	1	Muy ligeramente salino
T <sub>4</sub>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Arveja	0.73	Muy ligeramente salino	0.83	Muy ligeramente salino
T <sub>5</sub>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Arveja	0.73	Muy ligeramente salino	0.93	Muy ligeramente salino
T <sub>6</sub>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Arveja	0.73	Muy ligeramente salino	0.86	Muy ligeramente salino
T <sub>7</sub>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Maíz	0.73	Muy ligeramente salino	0.72	Muy ligeramente salino
T <sub>8</sub>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Maíz	0.73	Muy ligeramente salino	0.58	Muy ligeramente salino
T <sub>9</sub>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Maíz	0.73	Muy ligeramente salino	0.87	Muy ligeramente salino
T <sub>10</sub>	G. I (0.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Trigo	0.73	Muy ligeramente salino	1.34	Muy ligeramente salino
T <sub>11</sub>	G. I (1.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Trigo	0.73	Muy ligeramente salino	1.37	Muy ligeramente salino
T <sub>12</sub>	G. I (2.0 t ha <sup>-1</sup> ) + Trigo	0.73	Muy ligeramente salino	1.1	Muy ligeramente salino

En la tabla 3.2 y figura 3.2 se muestra los resultados del análisis de la conductividad eléctrica inicial (antes del experimento) y conductividad eléctrica final (después del experimento) de muestras de suelo de las unidades experimentales donde se instaló la quinua, en la cual se pudo ver que la conductividad eléctrica del suelo antes de la siembra es de 0.73 dS/m considerado como muy ligeramente salino y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son los siguientes: En los tratamientos sin cobertura vegetal, la conductividad eléctrica del suelo se eleva conforme se aumenta el nivel de guano de isla (0,7 a 1). Con la aplicación de cobertura de arveja existe un ligero incremento de la conductividad eléctrica del suelo es directamente proporcional al nivel de guano de isla (0.83 a 0.86). Con la aplicación de cobertura de maíz existe una disminución de la conductividad eléctrica con el nivel de 0 y 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla, pero un incremento con el nivel de 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 0.87 dS/m y finalmente con la aplicación de coberturas de trigo existe una disminución de la conductividad eléctrica con el nivel de 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla alcanzando 1.1 dS/m.

**Figura 3.2**

*Resultados del análisis de la conductividad eléctrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*



Los resultados obtenidos difieren a lo hallado por Sanabria, S. et al. (2021) que encontraron que los valores de conductividad eléctrica se redujeron ligeramente entre 0,132 dS/m – 0,589 dS/m sin mostrar una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos. Con respecto al incremento de la conductividad eléctrica de los suelos se debería posiblemente a que existe un lavado inverso de sales de las profundidades hacia la capa arable del suelo ocasionado por la intensa mecanización agrícola que sufre el suelo y el riego aplicado. Sin embargo, Wolf & Snyder (2003) señalan que la materia orgánica ayuda a reducir las sales de los fertilizantes ayudando en su drenaje manteniendo los suelos abiertos.

De los resultados obtenidos se puede mencionar que, con la aplicación de diferentes tipos de cobertura vegetal y diferentes niveles de guano de isla existen ligeras variaciones de la conductividad eléctrica del suelo en los 12 tratamientos, pero las interpretaciones no varían, debido a que la conductividad eléctrica “muy ligeramente salino” tiene un rango de  $< 2$ , rango en el cual se encuentran los valores de conductividad eléctrica obtenidos después de la cosecha del cultivo de quinua (0.58 a 1.1),

concluyéndose que la conductividad eléctrica del suelo después de la cosecha no sufrió cambios significativos.

### 3.1.3. Evaluación de la M.O (%)

**Tabla 3.3**

*Resultados del análisis de la materia orgánica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*

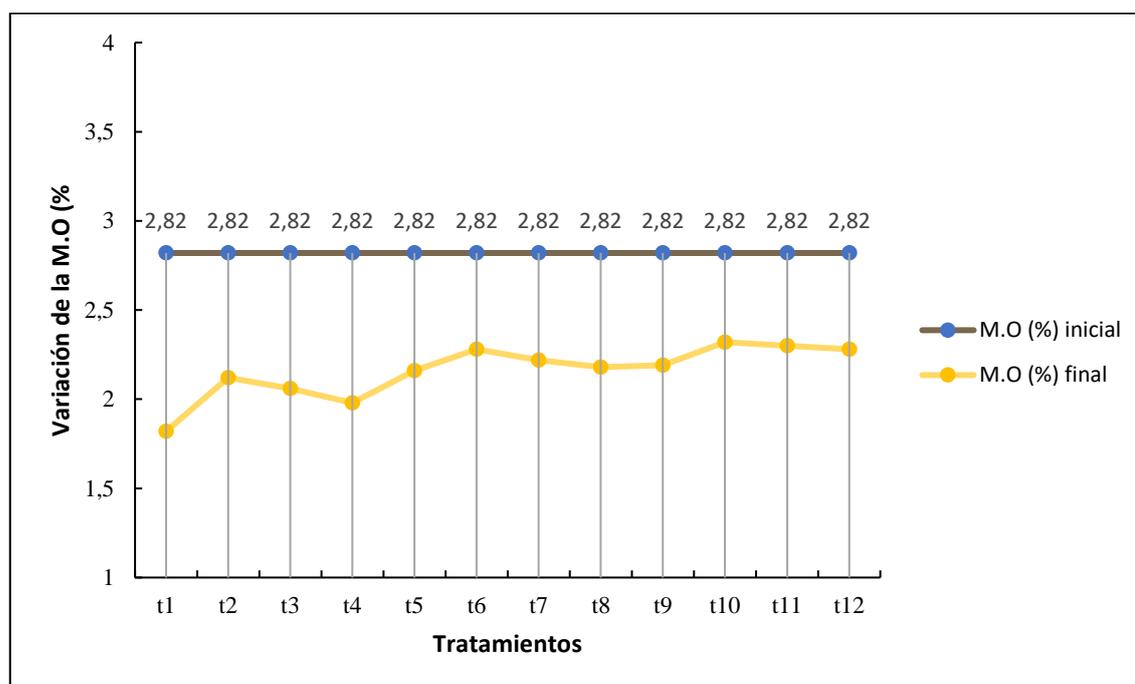
Trat.	Descripción	M.O (%) inicial	Interpretación	M.O (%) final	Interpretación
T1	G. I (0.0 t ha-1) + Sin Cobertura	2.82	Medio	1.82	Bajo
T2	G. I (1.0 t ha-1) + Sin Cobertura	2.82	Medio	2.12	Medio
T3	G. I (2.0 t ha-1) + Sin Cobertura	2.82	Medio	2.06	Medio
T4	G. I (0.0 t ha-1) + Arveja	2.82	Medio	1.98	Medio
T5	G. I (1.0 t ha-1) + Arveja	2.82	Medio	2.16	Medio
T6	G. I (2.0 t ha-1) + Arveja	2.82	Medio	2.28	Medio
T7	G. I (0.0 t ha-1) + Maíz	2.82	Medio	2.22	Medio
T8	G. I (1.0 t ha-1) + Maíz	2.82	Medio	2.18	Medio
T9	G. I (2.0 t ha-1) + Maíz	2.82	Medio	2.19	Medio
T10	G. I (0.0 t ha-1) + Trigo	2.82	Medio	2.32	Medio
T11	G. I (1.0 t ha-1) + Trigo	2.82	Medio	2.3	Medio
T12	G. I (2.0 t ha-1) + Trigo	2.82	Medio	2.28	Medio

En la tabla 3.3 y figura 3.3 se muestra los resultados del análisis de la materia orgánica inicial (antes del experimento) y materia orgánica final (después del experimento) de muestras de suelo de las unidades experimentales donde se instaló el cultivo de quinua, en la cual se pudo determinar que la materia orgánica del suelo antes de la siembra es de 2.82 % considerado como medio y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin cobertura vegetal terreno limpio con deshierbo, la materia orgánica del suelo se incrementa conforme se incrementa el nivel de guano de isla (1,82 a 2.06) alcanzando el mayor valor con 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 2.12%. Con la aplicación de cobertura de arveja existe un ligero incremento del contenido de materia orgánica del suelo es directamente proporcional al nivel de guano de isla (1.98 a 2.28). Con la aplicación de cobertura de maíz existe una disminución del contenido de materia orgánica de 2,22 a 2,18% y finalmente con la aplicación de coberturas de trigo existe un

incremento del contenido de materia orgánica de 2.32 a 2.3 obteniendo su mayor valor con el nivel de 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 2.3% de contenido de materia orgánica.

**Figura 3.3**

*Resultados del análisis de la materia orgánica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*



Estos resultados concuerdan con lo hallado por Sanabria, S. et al. (2021) en la ya que el contenido de materia orgánica del suelo de todos los tratamientos disminuyó, en relación al análisis inicial del suelo y menciona que las pérdidas de materia orgánica se deberían al contenido de arcilla del suelo.

Márquez (2017) encontró una correlación positiva entre el contenido de arcilla y la cantidad de materia orgánica del suelo y menciona que la capacidad de almacenar materia orgánica de los suelos depende principalmente de las condiciones climáticas y edafológicas.

De los resultados obtenidos se puede mencionar que, con la aplicación de diferentes tipos de cobertura vegetal y diferentes niveles de guano de isla existen ligeras variaciones en el contenido de materia orgánica del suelo en los 10 tratamientos, pero las interpretaciones no varían, debido a que el contenido de materia orgánica “medio” tiene

un rango de 2 a 4%, rango en el cual se encuentran los valores del contenido de materia orgánica obtenidos del análisis de muestras de suelo después de la cosecha del cultivo de quinua, sin embargo, en el tratamiento sin cobertura y sin guano de isla y en el tratamiento con cobertura de arveja y 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla se obtuvieron 1.82% y 1,98% de materia orgánica considerado dentro del rango de bajo, resaltando la importancia de la utilización de la materia orgánica (Cobertura vegetal y guano de isla) en el mantenimiento de niveles de materia orgánica en los campos de cultivo.

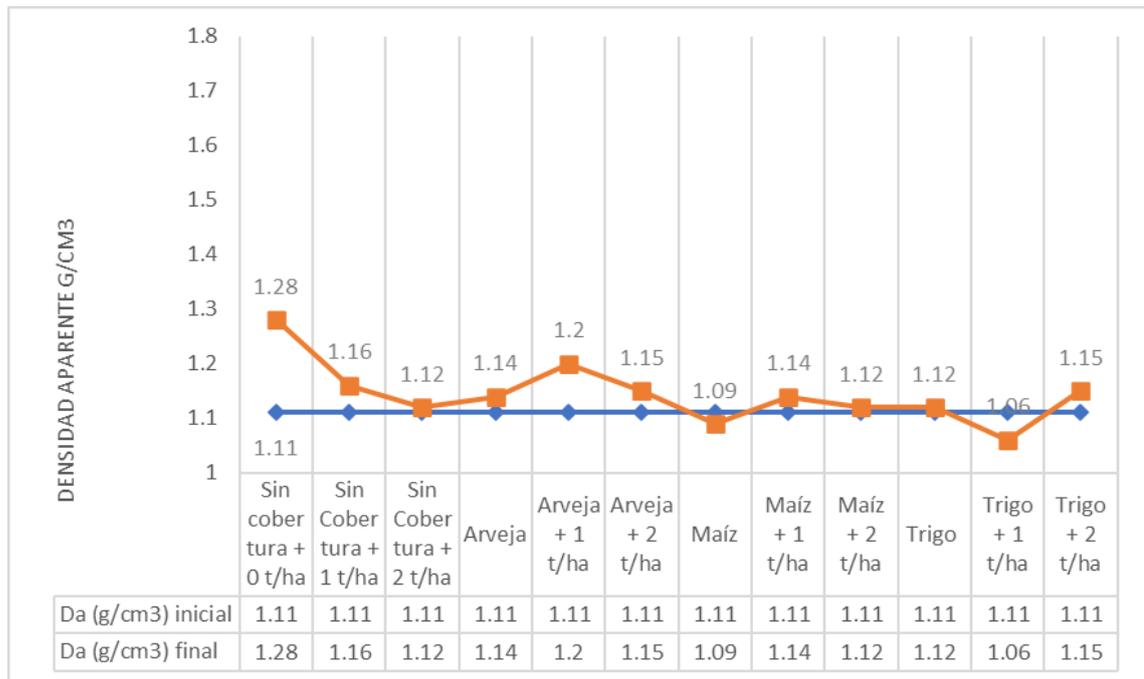
#### **3.1.4. Densidad aparente**

En la figura 3.4 se muestra los resultados del análisis de densidad aparente inicial (antes del experimento) y densidad aparente final (después del experimento) de muestras de suelo de las unidades experimentales donde se instaló el cultivo de quinua, en la cual se observa que las muestras de suelo antes de la siembra del cultivo de quinua y antes de la aplicación de la cobertura vegetal y guano de isla tenía una densidad aparente de 1.1 g/cm<sup>3</sup> (Tablas 3.4) valor que corresponde a un suelo arcilloso y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin aplicación de cobertura vegetal existe una disminución de la densidad aparente a medida que se incrementa los niveles de guano de isla (1.28 a 1.12 g/cm<sup>3</sup>). Con la aplicación de la cobertura vegetal de arveja se mantiene constante con los 3 niveles de guano de isla (1.04 a 1.15 g/cm<sup>3</sup>). Con la aplicación de cobertura vegetal de maíz existe un ligero incremento de la densidad aparente del suelo a medida que se incrementa los niveles de guano de isla (1.09 a 1.12 g/cm<sup>3</sup>) y finalmente con la aplicación de coberturas de trigo a 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla reporta el menor valor de densidad aparente con 1.06 g/cm<sup>3</sup>.

Este resultado coincide con lo hallado por Sanabria, S. et al. (2021) en la investigación donde reportaron que los valores de densidad aparente del suelo de los tratamientos con coberturas vegetales no difieren entre sí. Este resultado nos muestra que tanto el guano de islas y las coberturas vegetales no influyeron positivamente o negativamente en la densidad aparente del suelo donde se desarrolló el cultivo de quinua y posiblemente se debe a la intensa mecanización agrícola que se desarrolla en los suelos del Centro Experimental Canaán, lugar donde se realizó el experimento. (Alves et al., 2007) menciona que la labranza tiende a disminuir la densidad aparente en el corto plazo.

**Figura 3.4**

*Resultados del análisis de densidad aparente inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*



De los resultados obtenidos se puede mencionar que, inicialmente, según los resultados del análisis de suelos y antes de la siembra, la densidad aparente tuvo un valor de 1.1 g/cm<sup>3</sup>, el cual corresponde a un suelo arcilloso (Tabla 3.4). Al realizar el análisis de suelo después de la cosecha se observan ligeros incrementos en los valores de la densidad aparente, en algunos tratamientos como sin cobertura y con cobertura de arveja con 1.0 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla presentan densidades aparentes de 1.28 y 1.2 respectivamente, aunque existen ligeros cambios aún siguen perteneciendo a la clasificación de suelos arcillosos. En conclusión, los tratamientos aplicados de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, no afectaron la densidad aparente del suelo en esta investigación, puesto que las labores que están más ligadas en la alteración de la densidad aparente del suelo son actividades de remoción de suelo, como la rastra, el arado, subsolado y surcado.

**Tabla 3.4**

*Textura y densidad aparente del suelo*

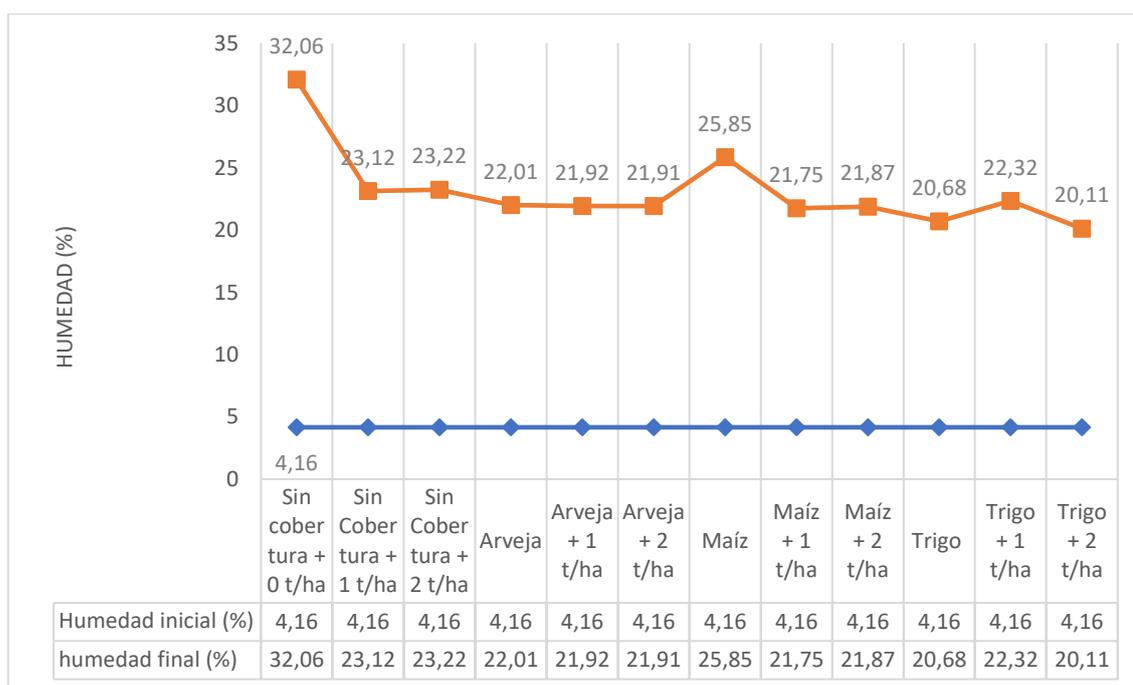
Textura	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
Arenosa	Mayores a 1.5
Franco arenosa	1.4 – 1.6
Franca	1.3 – 1.5
Franco Arcillosa	1.3 – 1.4
Arcillosa	Menores a 1.3

Fuente: Chow (2010)

### 3.1.5. Humedad gravimétrica

**Figura 3.5**

*Resultados del análisis de humedad gravimétrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho*



En la figura 3.5 se muestra los resultados del análisis de humedad gravimétrica inicial (antes del experimento) y humedad gravimétrica final (después del experimento) de muestras de suelo de las unidades experimentales donde se instaló el cultivo de quinua, en la cual se observa que las muestras de suelo antes de la siembra del cultivo de quinua y antes de la aplicación de la cobertura vegetal y guano de isla tenía un valor de humedad gravimétrica de 20.62 y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez

aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin aplicación de cobertura vegetal la humedad gravimétrica desciende cuando se aplica  $1 \text{ t.ha}^{-1}$  de guano de isla (32.06 a 23.12%). Con la aplicación de cobertura de arveja existe una ligera disminución de humedad gravimétrica de 22.01 a 21.91%. con la aplicación de cobertura de maíz sin la aplicación de guano de isla se alcanzó el valor más alto de humedad gravimétrica con 25.85% y finalmente con la aplicación de cobertura de trigo se mantiene constante los valores de humedad gravimétrica en los 3 niveles de guano de isla con valores que oscilan de 20.68 a 20.8%.

De los resultados obtenidos se puede mencionar que, al inicio de la investigación el suelo presentó una humedad de 20.62% y al finalizar la investigación hubo ligeras variaciones en todos los tratamientos, por lo que el riego utilizado en la conducción del experimento fue el adecuado en todas las etapas fenológicas del cultivo ya que el suelo mantuvo su humedad y la planta no tuvo dificultades en absorber el agua.

Estos resultados nos indican que no existe respuesta del guano de isla ni de las coberturas vegetales en el contenido de la humedad gravimétrica, debido posiblemente a que el riego localizado que se aplicó al cultivo no favoreció a la descomposición de la materia orgánica y consecuentemente la retención de humedad por el suelo, toda vez que el experimento se realizó en un periodo de época seca.

## **3.2. EVALUACIÓN DE LA PRECOCIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA**

### **3.2.1. Variables de precocidad**

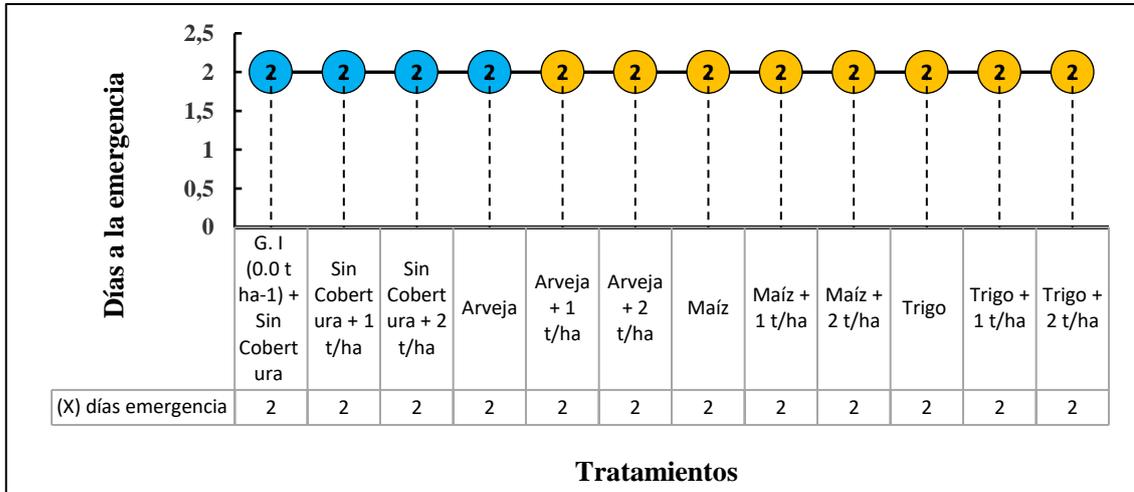
#### **a) Emergencia**

En la figura 3.6 se detalla los días a la emergencia del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla para cada tratamiento, donde se observa que en todos los tratamientos en promedio a los 2 días después de la siembra.

De los resultados obtenidos se puede mencionar que las coberturas vegetales y los niveles de guano no influye en la emergencia.

**Figura 3.6**

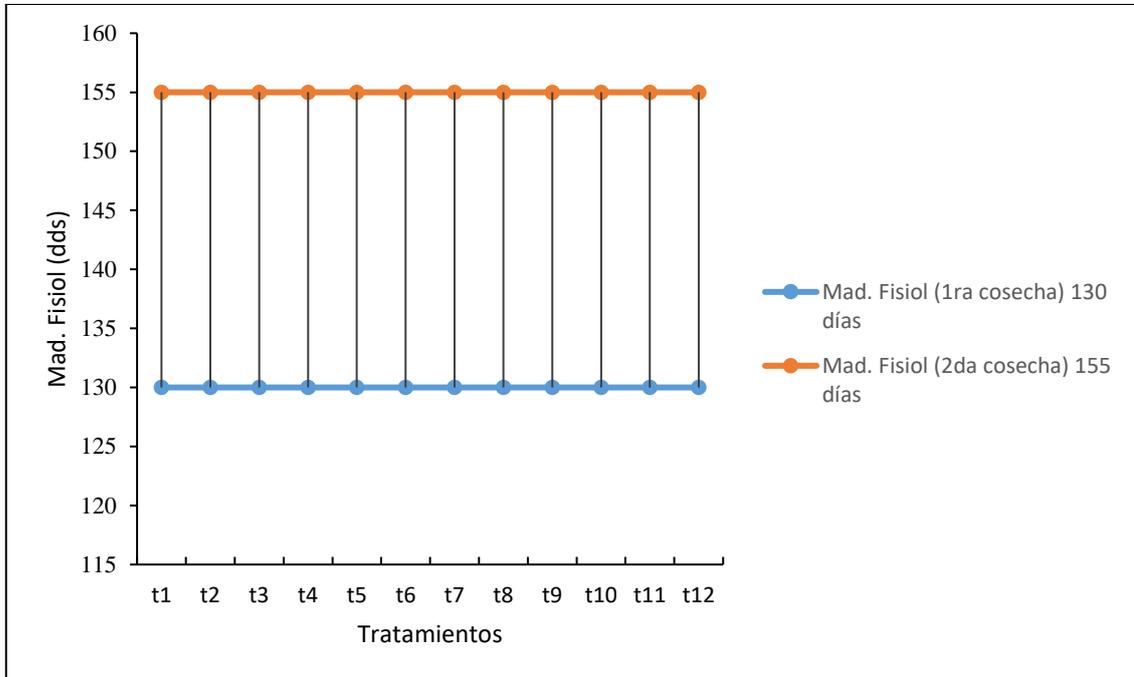
*Días a la emergencia del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho*



**b) Madurez fisiológica**

**Figura 3.7**

*Días a la madurez fisiológica del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho*



En la figura 3.7 se muestra días a la madurez fisiológica del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, donde se determinó que la

madurez fisiológica en todos los tratamientos ocurre entre los 130 días y 155 días después de la siembra. El amplio rango de variación en días a la madurez fisiológica se debe a la diversidad genética, pues las variedades de quinua difieren en la duración del ciclo productivo (Fundación PROINPA, 2015). En general, el periodo vegetativo del cultivo de quinua varía entre 80 y 240 días. Mestanza et al., (2019) en su trabajo de investigación reportó que los genotipos alcanzaron su madurez fisiológica a los 143 días.

Llamocca (2018) indica que la variedad Blanca de Junín alcanza la madurez fisiológica entre los 151 y 156 contados desde la siembra hasta la cosecha. Morote (2014) estableció que la madurez fisiológica de la quinua variedad Blanca de Junín comprende de 155 hasta 160 días posterior a la siembra, sin embargo, se encontró que en la variedad Pasankalla se logró cosechar a los 125 a 130 días posterior a la siembra, los resultados reportados son muy parecido a lo hallado en la presente investigación para la variedad Salcedo INIA.

Aybar, M. (2020) en un experimento de Control de *Peronospora variabilis* con extracto de plantas biocidas y un fungicida químico en dos variedades de quinua reportó que la variedad Blanca de Junín alcanzó la madurez fisiológica a 156 días transcurrido desde la siembra hasta la cosecha.

### **3.2.2. Variables de rendimiento**

#### **a) Altura de planta**

En la tabla 3.5 se detalla el análisis de la variancia de la altura de planta de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, donde podemos ver una alta significación estadística para la fuente de variación niveles de guano de isla, la misma que tiene mayor suma de cuadrado, resultado que permite el análisis del nivel de guano de isla en promedio de las coberturas vegetales. El coeficiente de variabilidad es de 5.95% que indica una buena precisión en la recolección de datos.

En la figura 3.8 se muestra la prueba de Tukey de la altura de planta de quinua en los diferentes niveles de guano de isla en promedio de las coberturas vegetales, donde se observa que con la aplicación de 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla se alcanza el máximo valor de altura de planta de quinua con 149.5 cm, en segundo lugar por la aplicación de 1 t.ha<sup>-1</sup>

con una altura de planta de 138.25 cm y por último se encuentra el tratamiento sin guano de isla con una altura de planta de 112.28 cm.

**Tabla 3.5**

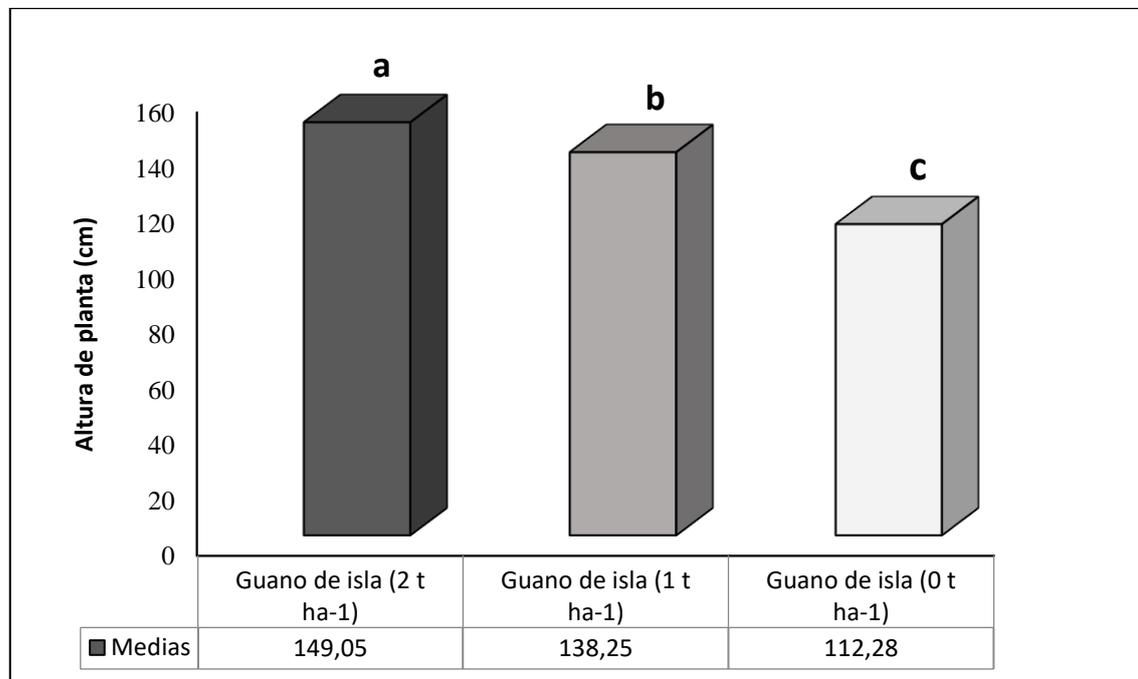
*Análisis de variancia de la altura de planta de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla: Canaán 2750 msnm Ayacucho*

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor	sig.
Bloque	60.76	2	30.38	0.81	0.4888	ns
Cobertura (C)	221.70	3	73.9	1.97	0.2205	ns
Error (a)	225.52	6	37.59	0.6	0.7269	ns
Nivel de guano (G)	8570.78	2	4285.39	68.34	<0.0001	**
Interacción (CxG)	305.82	6	50.97	0.81	0.5753	ns
Error (b)	1003.37	16	62.71			
Total	10387.96	35				

C.V = 5.95%

**Figura 3.8**

*Prueba de Tukey de la altura de planta de quinua en los diferentes niveles de guano de isla en promedio de las coberturas vegetales. Canaán 2750 msnm Ayacucho*



Trucios (2007) encontró para las condiciones de Yauli - Huancavelica, que el cultivar Narino presentó la mayor altura de planta con 156 cm, superando a lo hallado en el presente experimento.

Colos (2013) obtuvo en Cangallo - Ayacucho alturas de planta desde 149.7 cm a 150.7 cm cuando se trabajó con quinua Blanca Junín y Pasancalla respectivamente incorporando  $4.0 \text{ t.ha}^{-1}$  de guano de isla. Laurente, D, (2022) reportó en una investigación realizada en Acocro-Ayacucho, que la variedad Blanca de Junín alcanzó la mayor altura de planta con 147.9 cm. Los resultados obtenidos son semejantes a lo determinado en este experimento.

Choquecahua (2011) al evaluar 25 colecciones de quinua de grano blanco en base a la varianza genética y heredabilidad obtuvo 140 cm de altura de planta para la variedad Blanca de Junín. Este resultado es similar a lo hallado en el presente experimento.

Tapia, (2007) menciona que la altura de planta varía de acuerdo a las variedades y el medio ambiente en el que se desarrolla.

Mestanza et al., (2019) en su trabajo de investigación reportó una altura de planta promedio de 154 cm. Estos datos son similares a lo determinado en el presente trabajo de investigación. Cabe resaltar que este estudio se publicó en la revista CEBAS y nos da una idea de que el presente trabajo está bajo estándares internacionales.

Estrada-Zúniga et al., (2022) reportaron en sus estudios de 81 genotipos de quinua una altura de planta promedio de 151 cm. Estos datos son similares a lo hallado en el presente trabajo de investigación. El autor menciona que las características genéticas propias de cada variedad determinan el desarrollo de la planta.

#### **b) Longitud de panoja**

La tabla 3.6 muestra el estudio de la variancia de la longitud de panoja de la planta de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla, variable de gran importancia para el rendimiento de grano en la quinua, donde se observa significación estadística en la interacción de niveles de guano de isla y coberturas vegetales, que

permite el análisis de la interacción entre estos dos factores. El coeficiente de variación es de 8.82% es un valor de precisión aceptable estadísticamente para la variable estudiada.

**Tabla 3.6**

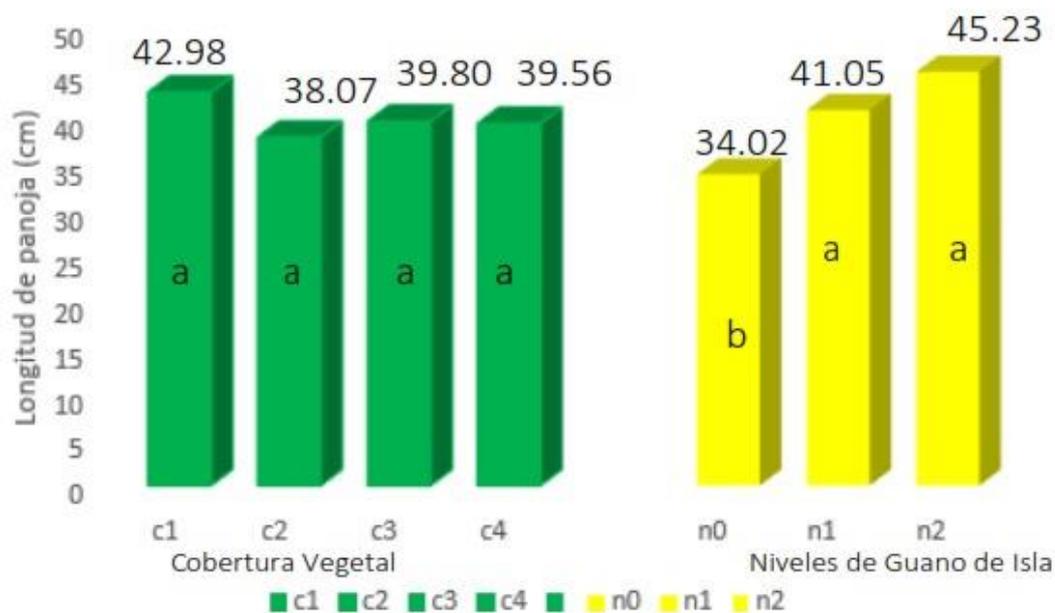
*Análisis de la variancia de la longitud de panoja de la planta de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla. Canaán a 2750 msnm Ayacucho*

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor	sig.
Bloque	0.42	2	0.21	0.02	0.9832	ns
Cobertura (C)	115.22	3	38.41	3.11	0.1104	ns
Error (a)	74.21	6	12.37	0.99	0.4657	ns
Nivel de guano (G)	771.13	2	385.56	30.79	<0.0001	**
Interacción (CxG)	235.66	6	39.28	3.14	0.0315	ns
Error (b)	200.36	16	12.52			
Total	1397	35				

C.V = 8.82%

**Figura 3.9**

*Prueba de Tukey del efecto simple de la longitud de panoja de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla (p-valor<0.05). Canaán 2750 msnm Ayacucho*



La figura 3.9 se detalla el contraste de Tukey de la longitud de panoja de quinua con aplicación de los tres niveles de guano de isla, en donde como resultado se tiene que incorporando 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla se obtiene la mayor longitud de panoja de 45.23 cm, mientras con la incorporación de 1 t.ha<sup>-1</sup> con una longitud de panoja de 41.05 cm y por último se encuentra sin guano de isla con una longitud de panoja de 34.02 cm.

Mientras la aplicación de coberturas vegetales no influyó en la longitud de panoja.

Colos (2013) para las condiciones de Morochucos – Ayacucho, con la incorporación de 8 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino reporta una longitud de panoja de 45.9 cm en la variedad Blanca de Junín. Zaavedra & Pérez, (2015) para las condiciones de Nuevo Chimbote para la variedad Blanca de Junín reportaron una longitud de panoja promedio de 41.8 cm. Los datos encontrados son similares a lo logrado en el presente trabajo experimental.

Apaza et al., (2013) para la variedad Blanca de Junín reportó longitudes de panoja que fructua de 33.40 hasta 48.50 cm, por lo que se puede mencionar que los valores de longitud de panoja encontrados en el presente experimento se asemejan en los parámetros normales establecidos.

Laurente, D, (2022) reportó en una investigación realizada en Acocro-Ayacucho, que el mejor resultado obtenido para la longitud de panoja fue de 83.21 cm usando gallina procesada de 4 t ha<sup>-1</sup> en la variedad Blanca Junín.

A modo de conclusión se puede mencionar que para mejorar la longitud de panoja de la planta de quinua se recomienda incorporar entre 1.0 a 2.0 t.ha<sup>-1</sup> de guano junto a las coberturas de trigo, maíz y arveja.

### **c) Peso de panoja**

En la tabla 3.7 está detallado el estudio de la variancia del peso de panoja del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla, en donde se considera una alta significación estadística para la fuente de variación de niveles de guano de isla con un mayor valor de suma de cuadrado. Este resultado en el peso de grano por panoja es una variable de influencia directa en el rendimiento de grano de quinua. El

coeficiente de variabilidad del experimento indica buena precisión por su valor de 15.04 %.

En la figura 3.10 se muestra la prueba de Tukey del efecto principal de peso de panoja de quinua variedad Salcedo INIA con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, donde el promedio superior se obtiene aplicando 2t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con un peso de panoja de 72.67 g seguido por la aplicación de 1t.ha<sup>-1</sup> con un peso de panoja de 50.92 g y por último se encuentra sin guano de isla con un peso de panoja de 27.5 g.

**Tabla 3.7**

*Análisis de la variancia del peso de panoja del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla. Canaán a 2750 msnm Ayacucho*

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor	Sig.
Bloque	120.22	2	60.11	1.65	0.2681	ns
Cobertura (C)	400.53	3	133.51	3.67	0.0822	ns
Error (a)	218.22	6	36.37	0.63	0.7018	ns
Nivel de guano (G)	12245.72	2	6122.86	106.69	<0.0001	**
Interacción (C x G)	687.39	6	114.56	2	0.1261	ns
Error (b)	918.22	16	57.39			
Total	14590.31	35				

*C.V = 15.04%*

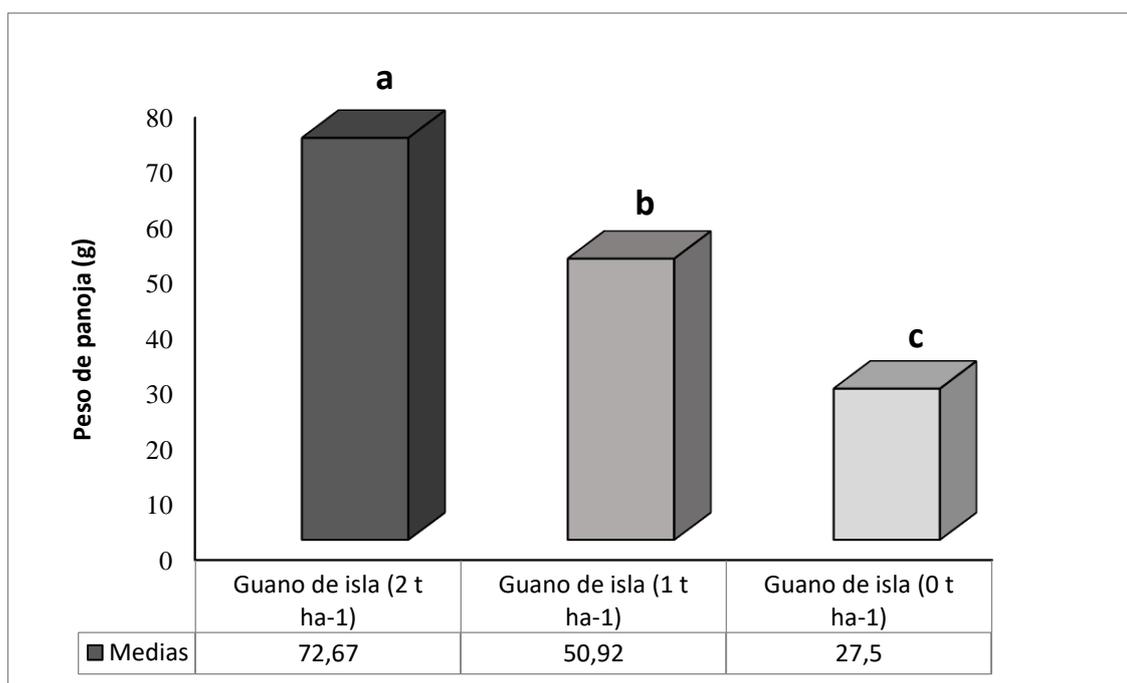
En el presente estudio se obtuvo un peso de panoja de 72.67 g aplicando 2t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla los datos obtenidos son similares a lo reportado por Mestanza et al., (2019) quien reportó un peso de panoja de 71g.

Colos (2013) para las condiciones de Morochucos - Ayacucho para las variedades Blanca de Junín y Pasancalla reportó pesos de panoja de 34.8g y 37,78g respectivamente, estos resultados se obtienen con la incorporación de 12 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino.

Laurente, D, (2022) reportó en una investigación realizada en Acocro-Ayacucho, que el mejor resultado obtenido para el peso de grano por panoja fue de 48,12 g en la variedad Blanca de Junín.

**Figura 3.10**

*Prueba de Tukey del efecto principal de peso de panoja de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho*



**d) Peso de 1000 semillas**

**Tabla 3.8**

*Análisis de variancia del peso de 1000 semillas del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla. Canaán a 2750 msnm Ayacucho*

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor	Sig.
Bloque	0.39	2	0.19	2.95	0.1284	ns
Cobertura (C)	0.51	3	0.17	2.62	0.1456	ns
Error (a)	0.39	6	0.07	0.99	0.4636	ns
Nivel de guano (G)	9.89	2	4.94	74.92	<0.0001	**
Interacción (CxG)	0.14	6	0.02	0.36	0.8938	ns
Error (b)	1.06	16	0.07			
Total	12.38	35				

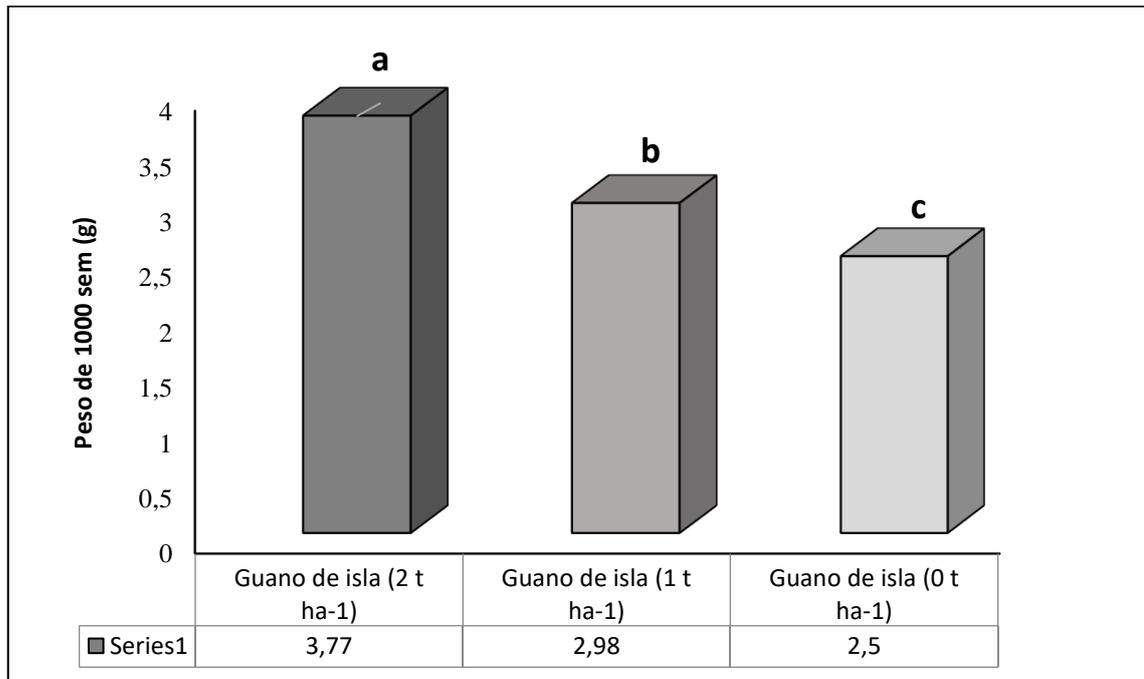
*C.V = 8.33%*

En la tabla 3.8 está detallado el estudio de variancia del peso de 1000 semillas del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla variable de gran importancia en la calidad de la quinua, en donde es interpretado como alta significación

estadística en la fuente de variación de niveles de guano de isla. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión para la variable estudiada (8.33%).

**Figura 3.11**

*Prueba de Tukey del efecto principal de peso de 1000 semillas de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho*



En la figura 3.11 se muestra la prueba de Tukey del efecto principal de peso de 1000 semillas de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, donde el mayor peso de 1000 semillas se obtiene aplicando 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con un peso de 3.77 g seguido por la aplicación de 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con un peso de 2.98 g y por último se encuentra el tratamiento sin guano de isla con un peso de 2.5 g.

Según (Mujica et al., 2010) citado por (Sánchez, 2014), el peso de mil semillas varía de 1,93 a 3,85 g con un promedio de 2,3 g. Cosme et al., (2020) en su investigación obtuvo un peso de 1000 semillas de 2.39 g utilizando 2 300 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de isla. Mestanza et al., (2019) en el trabajo de investigación que realizaron en 21 genotipos de quinua obtuvieron un peso 1000 semillas promedio de 2.58 g. Estos resultados son semejantes a lo determinado en el presente trabajo de investigación.

Arcaya (2018) en el trabajo de investigación realizado obtuvo un peso de 1000 semillas de 2.11 g no obstante estos datos son menores a los obtenidos en el presente estudio, a razón principalmente por altitud en las que se condujo el experimento.

Mujica (1993) reportó que el peso de 1000 semillas de quinua oscila de 1.93 hasta 3.35 g con peso medio de 2.30 g. estos son menores a lo obtenido en el presente trabajo.

Oriundo (2010) para las condiciones del Centro Experimental de Canaán en la variedad Blanca de Junín, reportó un valor de 3.002 g en peso de 1000 semillas, estos resultados se dieron con la aplicación de 2 500 kg ha<sup>-1</sup> de guano de isla incubado durante 20 días en EM.

Laurente, D, (2022) reportó en una investigación realizada en Acocro - Ayacucho, que, el mejor resultado obtenido para el peso de 1000 semillas fue de 3.66 g en la variedad Salcedo INIA.

#### e) Rendimiento de quinua kg.ha<sup>-1</sup>

**Tabla 3.9**

*Análisis de la variancia de rendimiento de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla en el cultivo de quinua. Canaán a 2750 msnm Ayacucho*

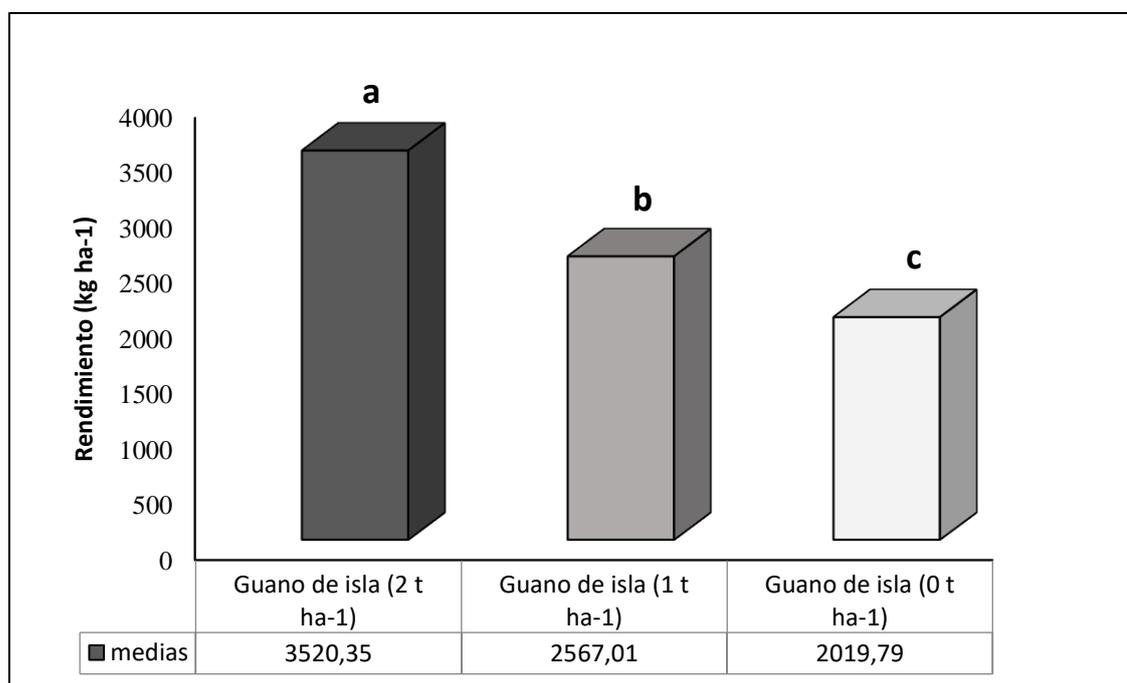
F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor	Sig.
Bloque	346530.25	2	173265.12	3.12	0.1181	ns
Cobertura (C)	615955.77	3	205318.59	3.69	0.0814	ns
Error (a)	333684.10	6	55614.02	0.61	0.7208	ns
Nivel de guano (G)	13839854	2	6919927.2	75.62	<0.0001	**
Interacción (CxG)	85489.66	6	14248.28	0.16	0.985	ns
Error (b)	1464218.1	16	91513.63			
Total	16685732	35				

*C.V = 11.19%*

En la tabla 3.9 se muestra el análisis de la variancia de rendimiento de quinua con aplicación de cobertura vegetal y guano de isla donde se una alta significación estadística en la fuente de variación de niveles de guano de isla y significación estadística en las coberturas vegetales. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión para la variable estudiada (11.19 %).

**Figura 3.12**

*Prueba de Tukey del efecto principal de rendimiento de quinua en diferentes niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho*



En la figura 3.12 se detalla el contraste de Tukey del efecto principal de rendimiento de quinua en distintos niveles de guano de isla, en la que se obtuvo el mayor rendimiento con la incorporación de 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con una productividad de 3520.35 kg.ha<sup>-1</sup> mientras con la incorporación de 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla una productividad de 2 567.01 kg.ha<sup>-1</sup> y finalmente se encuentra el tratamiento sin guano de isla con un rendimiento de 2 019.79 kg. ha<sup>-1</sup>.

Los rendimientos de grano de quinua obtenidos están dentro de los márgenes de productividad nacional, el mayor rendimiento fue de 3 520.35 kg.ha<sup>-1</sup> aplicando 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla.

Cosme et al., (2020) en su trabajo de investigación en condiciones similares obtuvo un rendimiento de 4 232 kg.ha<sup>-1</sup>, utilizando 2 110 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de isla. Borda (2018) en su trabajo de investigación en condiciones similares obtuvo un rendimiento de 4 042 kg.ha<sup>-1</sup>. utilizando 2 300 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de isla. Verastegui (2023) en su trabajo de investigación en condiciones similares obtuvo un rendimiento de 3 980 kg.ha<sup>-1</sup>. utilizando 1 500 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de isla. Estos resultados son ligeramente superiores a

lo obtenido en el presente trabajo de investigación debido a que se usó 110 y 300 kg.ha<sup>-1</sup> más de guano de isla, respectivamente.

Colos (2013) para las condiciones de Los Morochucos - Ayacucho para las variedades Pasancalla y Blanca de Junín reportaron rendimientos de 2 915 kg.ha<sup>-1</sup> y 2 684 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente, estos resultados se obtienen con la incorporación de 12 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino.

Laurente, D, (2022) reportó en una investigación realizada en Acocro-Ayacucho, que, el mejor resultado obtenido para la variable rendimiento fue de 3630.06 kg ha<sup>-1</sup> en la variedad Blanca Junín.

Aybar, M. (2020) reportó en la variedad Blanca de Junín con aplicación de extracto de ajo un rendimiento de 3942.00 kg.ha<sup>-1</sup>, superando estadísticamente a los tratamiento con aplicación de extracto de paico y cola de caballo que reportaron una productividad de 3508.13 y 3284.48 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente, donde no hubo diferencia estadística en estos dos últimos tratamientos, mientras que Morote (2014) en su experimento de "Rendimiento de tres variedades de quinua bajo sistema de labranza mínima en Canaán Ayacucho" logró un rendimientos de 3526.8 kg.ha<sup>-1</sup> para las variedad Blanca de Junín. Los datos reportados son superiores a lo hallado experimento actual.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y para las condiciones en las que se condujo el experimento, se tiene las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de las coberturas vegetales y el guano de isla no influyen en la variación de las características del suelo, aunque el pH, la conductividad eléctrica (CE dS/m) y el porcentaje de materia orgánica del suelo sufrieron ligeras variaciones, éstas han sido no significativas para el desarrollo y productividad del cultivo de quinua.
2. Las aplicaciones de las coberturas vegetales no influyeron en el rendimiento del cultivo de quinua, no obstante, hubo un ligero incremento del rendimiento, sin embargo, no fue significativo estadísticamente. Mientras cuando se incorpora 2.0 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla incrementan el rendimiento de quinua alcanzando 3520.35 kg.ha<sup>-1</sup> mientras con la incorporación de 1.0 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con de 2 567.01 kg.ha<sup>-1</sup> de grano de quinua. El tratamiento sin guano de isla reportó un rendimiento de 2 019.79 kg. ha<sup>-1</sup>.

## **RECOMENDACIONES**

De las conclusiones logradas se propone las siguientes recomendaciones:

1. Aplicar en forma continua las coberturas vegetales, dentro del marco de la agricultura familiar y regenerativa con la finalidad de incrementar la retención de la humedad del suelo y mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
2. Aplicar entre 1 a 2 t/ha<sup>-1</sup> de guano de isla en forma permanente para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo porque incrementa la productividad del cultivo de quinua.
3. Repetir el experimento en condiciones edáficas y climáticas similares y en otras variedades de quinua para obtener resultados más consistentes.
4. Compartir los resultados del presente trabajo de investigación, entre los agricultores y personas interesadas, para que puedan validar los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRORURAL Programa de desarrollo productivo agrario (2009) Guano de Islas # Abono del bueno. \_\_\_\_\_ <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/DIPTICO.pdf>
- Alves, M. C., Sanches, L. G. A., & Sanches, L. E. A. (2007). Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31(1), 617-625.
- Arcaya, J. (2018). “Determinación de la calidad física y fisiológica de semillas de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://es.scribd.com/document/562816277/Arcaya-Chagua-Jhon-Alexis#>
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., Pinedo, R., (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima – Perú.
- Aybar, M. (2020). Control de *Peronospora variabilis* con extracto de plantas biocidas y un fungicida químico en dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd Canaán 2750 msnm – Ayacucho-UNSCH
- Borda, F. (2018) Niveles de urea y guano de isla con y sin zeolita en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Canaria 3200 msnm - Ayacucho. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3107/1/TESIS%20AG1213\\_Bor.pdf](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3107/1/TESIS%20AG1213_Bor.pdf)
- Cañar (2017) Evaluación agronómica de tres herbicidas postemergente en el control de malezas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), en la comunidad de bolívar, provincia del Carchi. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor de Orrego]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3226/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cánovas, A. (2015). Tratado de agricultura ecológica: El acolchado. Consultado el 4 de agosto del 2022. [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tae\\_3.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tae_3.pdf)
- Chile Huerta (2019) ¿Qué es el mulch? <https://chilehuerta.cl/2019/08/15/que-es-el-mulch/>
- Choquecagua, A. (2011). Caracterización y selección de poblaciones varietales de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd). Canaan 2750 msnm Ayacucho. UNSCH.

- Colos, P. (2013). Niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Buena Vista 3010 msnm-Cangallo, Ayacucho. UNSCH.
- Cosme, R., Reynoso, A. & Sanabria, S. (2020) Efecto del guano de isla en el rendimiento de dos variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en suelo degradado. Artículo agroind sci. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1125/5/Cosme-et-al\\_2020\\_Quinua\\_Fertilidad.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1125/5/Cosme-et-al_2020_Quinua_Fertilidad.pdf)
- Cremona, M. & Enriquez, A. (2020) ¿Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: ¿El pH y la conductividad eléctrica? <https://core.ac.uk/download/pdf/335290789.pdf>
- Deza (2018) Rendimiento y calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con dos densidades de siembra y dos sistemas de fertilización en condiciones de la Molina. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina] <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3222/deza-montoya-denisse-patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrada, R., Apaza, V., Pérez, A., Altamirano, A., Neyra, E. & Bobadilla, L. (2022) Comportamiento agronómico de 81 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el Perú <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1819>
- FAO. La quinua: Cultivo milenario para contribuir con la seguridad alimentaria mundial. 2011. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>
- Frutos, V., Pérez, M., y Risco, D. (2016). Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli en Ecuador. IDESIA, 61-66 <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v34n6/aop3816.pdf>
- Gómez, C. A. (2015). Efecto de distintos Mulchings sobre la humedad y temperatura del suelo, estado hídrico, incidencia de malezas y crecimiento de un cultivo en implantación de mandarina nova en concordia, entre ríos. [Tesis de postgrado]. Universidad Nacional del Litoral.
- Gómez, P., Aguilar. C., 2016. Guía del Cultivo de la Quinua. FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM; Lima – Perú.
- Jaramillo, M. A. (2018). Evaluación de cobertura vegetal en el suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la finca agroecológica, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6a17005e-7eee-44c4-b817-1c0f098e9d04/content>

- Kondo, S. (s/f). *Cobertura vegetal Guía técnica* 8. [https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable\\_08.pdf](https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_08.pdf)
- Lamont Jr, WJ (1993). Coberturas plásticas para la producción de cultivos hortícolas. En Una guía para la fabricación, el rendimiento y el potencial de los plásticos en la agricultura (págs.35-39). *Elsevier*. 93.19.
- Llamocca, M. (2018). Niveles de gallinaza en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de grano blanco, bajo labranza de conservación. Canaán 2750 msnm - Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3273>.
- Laurente, D. (2022). Niveles de gallinaza procesada y densidad de plantas en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Acocro 3525 msnm – Ayacucho
- León, J. (2003). Cultivo de la quinua en Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú. p. 3, 5, 24 y 31.
- Lumbreras, L.G.; Kaulicke, P.; Santillana, J.I.; Espinoza, W. (2008). Economía prehispánica (Tomo 1). En: compendio de historia económica del Perú. Ed. Carlos Contreras. Banco Central de Reserva del Perú e Instituto de Estudios peruanos. p. 53-77
- Márquez, G. (2017). Capacidad de las cubiertas vegetales para mitigar y adaptar el cambio climático en olivares semiáridos. Tesis Doctoral. Programa de Ingeniería Agraria, alimentaria, Forestal y de Desarrollo Rural. Universidad de Córdoba. Córdoba – España.
- Martinez, F., Sosa, F. & Ortiz, J. (2010). *Comportamiento de la humedad del suelo con diferente cobertura vegetal en la cuenca la esperanza*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v1n4/v1n4a5.pdf>
- Mestanza, C., Zambrano, K., Zambrano, K., Pinargote, J., Veliz, D., Vásconez, G., Fernández, Nieves. & Olomos, E. (2019). *Evaluación agronómica de genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en condiciones agroclimáticas en la zona de Mocache*. <https://digital.csic.es/handle/10261/210587>
- Morote, M. (2014). Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres densidades de plantas bajo sistema de labranza mínima. Canaán 2750 msnm Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH.

- Ayacucho - Perú. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2066>.
- Mujica, A. et al. (1998). Libro de campo. Prueba americana y europea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Puno – Perú.
- Oriundo, C. (2010). Dosis de guano de isla incubado en el rendimiento de la quinua Blanca Junin (*Chenopodium quinoa* Willd), Canaén 2750 msnm. Ayacucho. UNSCH.
- Paulino, V. & Nina Q. (2013). “Agroindustrial Science.” 2(2):147–54. Robinson, D. 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings (En inglés). Hortscience. 552 p. (en línea). <http://www.sciencedirect.com/science/journal/01678809/48/1>
- Ramakrishna, A., Tam, HM, Wani, SP y Long, TD (2006). Efecto del mantillo sobre la temperatura del suelo, la humedad, la infestación de malezas y el rendimiento del maní en el norte de Vietnam. *Investigación de cultivos de campo*, 95 (2-3), 115-125. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13548500600595053>
- Rojas, W. 2003. Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. *Food. Reviews International*. Vol. 19 (1-2) <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/FRI-120018864>
- Rosas (2019) *Rendimiento del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) (Amaranthaceae), desarrollado en cuatro densidades de siembra bajo condiciones de suelo arenoso*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo] [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4697/1/REP\\_ING.AGRO\\_N\\_GILMER.ROSAS\\_RENDIMIENTO.CULTIVO.QUINUA.CHENOPODIUM.QUINOA.WILLDAMARANTHACEAE.DESARROLLADO.CUATRO.DENSIDADES.SIEMBRA.CONDICIONES.SUELO.ARENOSO.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4697/1/REP_ING.AGRO_N_GILMER.ROSAS_RENDIMIENTO.CULTIVO.QUINUA.CHENOPODIUM.QUINOA.WILLDAMARANTHACEAE.DESARROLLADO.CUATRO.DENSIDADES.SIEMBRA.CONDICIONES.SUELO.ARENOSO.pdf)
- Rowlwy, M.A; Ransom, C.V; Reeve, J.R; Black, B.L. 2011. Mulch and organicherbicide combinations for in-row orchard weed suppression. *International Journal of Fruit Science* 11(4): 316-331. [https://www.researchgate.net/publication/231175172\\_Mulch\\_and\\_Organic\\_Herbicide\\_Combinations\\_for\\_In-Row\\_Orchard\\_Weed\\_Suppression](https://www.researchgate.net/publication/231175172_Mulch_and_Organic_Herbicide_Combinations_for_In-Row_Orchard_Weed_Suppression)
- Saavedra, C. y Pérez, M. (2015). Rendimiento de seis variedades de *Chenopodium quinoa* Willd “quinua” en Nuevo Chimbote. Recuperado de: <https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/issue/view/8/4>

- Sanabria, Q. S et al. (2021). Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). Artículo científico en Scientia Agropecuaria.
- Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional [SESAN] (2013). Investigación sobre el Cultivo de la quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) p 36-40. Recuperado de: <http://www.sesan.gob.gt/index.php/descargas/26--6/file>
- Serra, M. (2021) *El mulch acidifica el suelo*. <https://www.diplas.cl/blogs/riego-jardin/mulch-decorativo-suelo>
- SIEA (2019) *Anuario Estadístico de producción Agrícola. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Perú*.
- Tapia M. et al. (1979) La quinua y kañihua cultura andina, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo CIID-Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA Bogotá Colombia.
- Trucios, T. (2007). Comparativo de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a 3800 msnm en el distrito de Yauli. Huancavelica. UNSCH.
- Turney, J. y Menge, J. 1994. Root health: Mulching to control root disease in avocado and citrus. Riverside, California Avocado Society, Inc. California Avocado Commission and Citrus Research Board. 8p. (Circular No. CAS-94/2). [http://www.avocadosource.com/papers/research\\_articles/turneyjerrold1994.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/research_articles/turneyjerrold1994.pdf)
- Ulcungo, J. (2013). Evaluación de 6 tipos de mulch orgánicos e inorgánicos y su influencia en la productividad y calidad de la gypsophila (gyp. Paniculata variedad over time) en la finca Santa Martha, Cusubamba, Cantón Cayambe. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/6014>
- Wolf, B., & Snyder, G. H. (2003). Sustainable Soils: The place of organic matter in sustaining soils and their productivity. Food Products Press. Binghamton, NY.
- Zeballos, O. (2015). Calidad Físico - Química de suelo árido en cebolla (*Allium cepa* L.) con fertilizantes orgánicos, en la Irrigación Majes. Tesis para optar el grado académico de Doctoris Philosophiae. UNALM. Lima-Perú.
- Zribi, W., Faci, J. M., & Aragüés, R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. *Información técnica económica agraria*, 107(2), 148. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/745/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# ANEXOS

## Anexo 1. Resultado de análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR**  
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996  
 Ayacucho – Perú  
 “Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Región : Ayacucho  
 Provincia : Huamanga  
 Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray  
 Localidad : C. E. Canaán  
 Proyecto : “Tesis”  
 Solicitante : Sr. Marcelino Núñez Mejía

HR. 0149

### ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)						C. I. C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	
01	51.7	21.9	26.4	Fr-Ar-Ao	7.84	0.73	0.0	2.82	0.14	33.2	67.6	11.4	4.08	0.35	0.28	0.0	0.0	28.0
Humedad (%)				4.16														
Densidad aparente(g.cm <sup>-3</sup> )				1.067														

Ayacucho, 28 de Abril del 2022.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS  
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
 RESPONSABLE  
  
 Juan E. Giron Molina  
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

## MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 ó en el extracto de la pasta de saturación (es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo; agua relación 1:2.5 ó en suspensión suelo: KCl 1N, relación 1:2.5
4. Calcareo total (CaCO<sub>3</sub>): método volumétrico o gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O = %C x 1.724.
6. Nitrógeno total: método del semi micro- kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método Bray Kurtz I y método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub> = 0.5M, pH: 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONa)N, pH 4.8
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N; pH: 7. Titulación con Formaldehido.
10. Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>)N; pH:7.0, cuantificación por complexometría EDTA.
11. AL<sup>+3</sup> +H<sup>+</sup>: método de Yuan. Extracción con KCl N
12. Iones solubles:
  - a) Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
  - b) Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> solubles: volumetría y colorimetría, SO<sub>4</sub><sup>-</sup> turbidimetría con Cloruro de Bario.
  - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
  - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

### Equivalencias:

1ppm = 1mg/kilogramo

1 milimho/cm (mmho/cm)= 1 deciSemens/metro

1 miliequivalente/ 100g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1:1) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm

## TABLA DE INTERPRETACIÓN

Salinidad	
Clasificación del Suelo	CE (es)
* muy ligeramente salino	< 2
* ligeramente salino	2 - 4
* moderadamente salino	4 - 8
* fuertemente salino	> 8

Reacción o pH	
Clasificación del Suelo	pH
* Fuertemente ácido	< 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
* Neutro	6.6 - 7.0
* Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
* Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
* Fuertemente alcalino	> 8.4

	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible
Clasificación	%	ppm P	ppm K
* bajo	< 2.0	< 12.0	< 100
* medio	2 - 4	12.0 - 18.0	100 - 240
* alto	> 4.0	> 18.0	> 240

Relaciones Catiónicas			
Clasificación	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
* Normal	5 - 8	14 - 16	1.8 - 2.5
* Deficiencia Ca	< 5	< 14	
* Deficiencia K		> 16	> 2.5
* Deficiencia Mg	> 8		< 1.8

Distribución de Cationes %	% Calcáreo Total (CaCO <sub>3</sub> )		
Ca <sup>+2</sup>	60 - 75	< 1 %	Nivel bajo
Mg <sup>+2</sup>	15 - 20	1 a 5 %	Nivel Medio
K <sup>+</sup>	3 - 7	5 - 15 %	Nivel alto
Na <sup>+</sup>	< 15	> 15 %	Nivel muy alto

## Anexo 2. Resultado de análisis de suelo de cada tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA  
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996

Ayacucho – Perú

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Región : Ayacucho HR: 0002  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray  
Localidad : C. E. Canaán bajo  
Proyecto : TESIS  
Solicitante : Sr. Marcelino Núñez Mejía

### ANALISIS FISICO – QUIMICO DE SUELOS

Muestra Tratamiento	Humedad (%)	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	M.O. Total (%)	Nt (%)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
T1	32.06	7.78	0.70	1.82	0.091	1.28
T2	23.12	7.72	0.81	2.12	0.106	1.16
T3	23.22	7.53	1.00	2.06	0.103	1.12
T4	22.01	7.69	0.83	1.98	0.099	1.14
T5	21.92	7.67	0.93	2.16	0.108	1.20
T6	21.91	7.64	0.86	2.28	0.114	1.15
T7	25.85	7.67	0.72	2.22	0.111	1.09
T8	21.75	7.84	0.58	2.18	0.109	1.14
T9	21.87	7.69	0.87	2.19	0.109	1.12
T10	20.68	7.64	1.34	2.32	0.116	1.12
T11	22.32	7.62	1.37	2.30	0.115	1.06
T2	20.11	7.73	1.10	2.28	0.114	1.15

Ayacucho, 08 de Marzo del 2023.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS  
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
RESPONSABLE  
  
Juan B. Girón Molina  
C.I.P. 77120

## INTERPRETACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO

La salinidad total es determinada por la medición de la conductividad del agua (CE.) Expresada en unidades de deci Siemens por metro ( $dSm^{-1}$ ) o en milimhos por centímetro ( $mmhos\ cm^{-1}$ ). También puede ser expresada como la cantidad total de sales disueltas (TDS), donde:  $TDS\ (en\ ppm\ o\ mgL^{-1}) = 640 \times CE\ (en\ de\ Sm^{-1}\ ó\ mmhos\ cm^{-1})$ .

Cuadro 1 Clasificación de las aguas de riego basada en su CE y TDS

Peligro de Salinidad	Características	CE $dSm^{-1}$	TDS ppm
Bajo (C <sub>1</sub> )	- Bajo peligro de salinidad, no se espera efectos dañinos sobre las plantas y suelos.	< 0.25	< 160
Medio (C <sub>2</sub> )	- Plantas sensibles pueden mostrar estrés a sales; moderada lixiviación previene la acumulación de sales en el suelo.	0.25 – 0.75	160 – 500
Alto (C <sub>3</sub> )	- Salinidad afectará a muchas plantas. Requiere: selección de plantas tolerantes a salinidad, buen drenaje y lixiviación.	0.75 – 2.25	500 – 1500
Muy Alto (C <sub>4</sub> )	- Generalmente no aceptable, excepto para plantas muy tolerantes a sales, se requiere excelente drenaje y lixiviación.	>2.25	>1500

\* SAR (Relación de Absorción de Sodio):  $SAR = Na^+ \text{ en meq. } L^{-1} / ((Ca^{++} + Mg^{++} \text{ en meq } L^{-1})/2)^{1/2}$

Cuadro 2 Peligro de Sodio basado en el valor del SAR

Peligro de Na	SAR del agua	Comentarios sobre el peligro de Na
Bajo (S <sub>1</sub> )	< 10	- Puede usarse para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.
Medio (S <sub>2</sub> )	10 – 18	- Puede desmejorarse la permeabilidad de suelos de textura fina con alta CIC. Puede usarse en suelos de texturas gruesa con buen drenaje.
Alto (S <sub>3</sub> )	18 – 26	- Se producen, daños de los suelos, por acumulación de Na. Se requerirá intensivas prácticas de aplicación de enmiendas, drenaje y lixiviación.
Muy Alto (S <sub>4</sub> )	> 26	- Generalmente no recomendable para e riego excepto en suelos de muy bajo contenido de sales. Se requerirá prácticas de manejo.

\* Carbonato de sodio residual. (CSR) Tercer criterio que se usa para juzgar el peligro de sodio en las aguas de riego. Es definido como:  $CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$ .

Cuadro 3 Peligro de Sodio basado en el valor del CSR

Valor de CSR (meq L <sup>-1</sup> )	Peligro de Na
< 0 (valores negativos)	- Ninguno. Ca y Mg del agua no participarán como carbonatos, ellos se mantienen Activos para prevenir la acumulación de Na en los sitios de cambio de la CIC.
0 – 1.25	- Bajo. Existe alguna remoción del Ca y Mg del agua de riego.
1.25 – 2.50	- Medio. Apreciable remoción de Ca y Mg del agua de riego.
> 2.50	- Alto. Todo o mayor parte del Ca y Mg del agua de riego es removido como carbonato precipitado produciendo acumulación de Na.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR  
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 966942996  
Ayacucho – Perú  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Región : Ayacucho HR: 0003  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray  
Localidad : C. E. Canaán bajo  
Proyecto : TESIS  
Solicitante : Sr. Marcelino Núñez Mejía

### ANALISIS FISICO – QUIMICO

Muestra	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Carbono total (%)	Nitrógeno total (%)	Relación C/N
Rastrojo					
Arveja	11.1	88.9	54.8	2.28	24.04
Maíz	33.2	66.8	54.5	1.54	35.39
Trigo	9.9	90.1	53.1	0.91	58.35

Ayacucho, 08 de Marzo del 2023

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS,  
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
RESPONSABLE  
  
Juan B. Giron Molina  
C.I.P. 77120

### Anexo 3. Análisis de costos de producción

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.(S/.)	VALOR TOTAL
<b>PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Limpieza de terreno	Jornal	1	50	50
Riego de machaco	Jornal	1	50	50
Roturado y mullido	H.M.	2	60	120
Surcado	H.M.	1	60	60
<b>SIEMBRA</b>				
Fertilización	Jornal	2	50	100
Siembra y tapado	Jornal	2	50	100
<b>LABORES CULTURALES</b>				
Deshierbo y raleo	Jornal	4	50	200
Riego	Jornal	10	50	500
Aplicación de cubiertas vegetales	Jornal	4	50	200
Control fitosanitario	Jornal	3	50	150
Aporque	Jornal	2	50	100
<b>SEMILLA</b>				
Semilla de quinua salcedo	Kg	5	6	30
<b>ABONO</b>				
Guano de isla	Saco	1	60	60
<b>PESTICIDAS</b>				
Tifón	Kg	2	10	20
Cyperklin	L	0.5	18	9
<b>COSECHA</b>				
Corte	Jornal	3	50	150
Secado	Jornal	2	50	100
Trillado	Jornal	5	50	250
Ensacado y pesado	Jornal	3	50	150
Bolsas	Unid.	100	0.025	2.5
<b>MATERIALES</b>				
Baner	Unid.	1	25	25
Materiales de escritorio	Global	1	200	200
Herramientas	Global	1	100	100
<b>OTROS</b>				
Análisis de suelo	Global	1	350	350
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>				<b>3076.5</b>

**Anexo 4.** Cuadro ordenado de datos del experimento

**MADUREZ FISIOLÓGICA (dds) PRIMERA COSECHA**

<b>B</b>	<b>T1</b>					<b>B</b>	<b>T5</b>					<b>B</b>	<b>T9</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130
II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130
III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130
	<b>T2</b>						<b>T6</b>						<b>T10</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130
II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130
III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130
	<b>T3</b>						<b>T7</b>						<b>T11</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130
II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130
III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130
	<b>T4</b>						<b>T8</b>						<b>T12</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130	I	130	130	130	130	130
II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130	II	130	130	130	130	130
III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130	III	130	130	130	130	130
	<b>T4</b>						<b>T8</b>						<b>T12</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155
II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155
III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155

**EMERGENCIA EN DÍAS (dds)**

<b>g<sub>0</sub></b>					<b>g<sub>1</sub></b>					<b>g<sub>2</sub></b>		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

**MADUREZ FISIOLÓGICA (dds) SEGUNDA COSECHA**

<b>B</b>	<b>T1</b>					<b>B</b>	<b>T5</b>					<b>B</b>	<b>T9</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155
II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155
III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155
	<b>T2</b>						<b>T6</b>						<b>T10</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155
II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155
III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155
	<b>T3</b>						<b>T7</b>						<b>T11</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155	I	155	155	155	155	155
II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155	II	155	155	155	155	155
III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155	III	155	155	155	155	155

**ALTURA DE LA PLANTA A LA MADUREZ FISIOLÓGICA (cm)**

<b>B</b>	<b>T1</b>					<b>B</b>	<b>T5</b>					<b>B</b>	<b>T9</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	91	101	104	104	103	I	139	130	145	134	136	I	148	145	148	151	164
II	120	134	139	136	122	II	151	147	127	159	121	II	152	159	158	157	148
III	136	126	104	134	135	III	146	141	131	136	154	III	147	132	154	158	134
	<b>T2</b>						<b>T6</b>						<b>T10</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	141	109	99	96	102	I	137	143	129	144	106	I	162	167	152	153	152
II	104	105	136	108	131	II	166	141	132	131	138	II	147	157	141	152	147
III	121	129	99	99	123	III	126	156	161	141	142	III	154	142	138	157	138
	<b>T3</b>						<b>T7</b>						<b>T11</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	101	104	106	101	132	I	136	155	154	116	125	I	153	156	154	134	162
II	137	103	128	107	105	II	114	119	126	152	163	II	129	147	139	117	156
III	126	102	121	114	104	III	148	163	149	119	141	III	144	127	137	158	145
	<b>T4</b>						<b>T8</b>						<b>T12</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	85	106	108	93	84	I	156	162	139	131	142	I	162	166	144	143	139
II	142	99	110	105	104	II	145	119	124	114	138	II	146	156	147	154	155
III	106	102	79	119	113	III	127	154	114	112	148	III	156	154	149	151	149

**PESO DE PANOJA A LA MADUREZ FISIOLÓGICA (g)**

<b>B</b>	<b>T1</b>					<b>B</b>	<b>T5</b>					<b>B</b>	<b>T9</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	50	20	15	25	20	I	65	75	85	55	45	I	65	75	80	110	90
II	45	40	20	25	35	II	45	80	35	90	45	II	65	75	70	65	60
III	60	30	15	30	55	III	55	45	55	60	65	III	75	80	70	60	80
	<b>T2</b>						<b>T6</b>						<b>T10</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	20	20	15	30	25	I	40	60	45	35	50	I	75	70	80	70	65
II	35	35	55	20	50	II	50	55	55	65	45	II	70	60	65	55	45
III	50	20	25	30	45	III	55	60	45	35	60	III	50	65	70	65	70
	<b>T3</b>						<b>T7</b>						<b>T11</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	25	20	25	25	30	I	40	55	45	40	35	I	55	50	60	65	45
II	25	15	25	15	15	II	40	45	35	55	40	II	70	95	65	85	55
III	30	25	15	15	25	III	40	55	75	45	80	III	55	65	140	70	65
	<b>T4</b>						<b>T8</b>						<b>T12</b>				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
I	20	20	20	15	15	I	55	65	50	45	40	I	75	60	55	110	90
II	35	15	20	30	25	II	45	30	30	35	40	II	105	95	100	70	55
III	35	25	20	30	35	III	50	55	45	55	35	III	75	85	80	85	85

**LONGITUD DE LA PANOJA (cm)**

<b>B</b>	<b>T1</b>					<b>B</b>	<b>T5</b>					<b>B</b>	<b>T9</b>				
	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>
I	43	38	24	34	33	I	56	38	68	51	59	I	52	42	43	56	40
II	45	34	35	41	51	II	49	46	44	62	34	II	38	35	49	38	36
III	39	34	27	42	37	III	39	45	40	46	45	III	40	57	47	51	47
	<b>T2</b>						<b>T6</b>						<b>T10</b>				
	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>
I	35	33	33	31	29	I	36	35	22	49	32	I	54	28	40	53	40
II	35	41	39	32	32	II	36	33	52	33	30	II	47	49	34	49	39
III	32	37	37	30	37	III	39	47	37	37	41	III	47	43	41	63	37
	<b>T3</b>						<b>T7</b>						<b>T11</b>				
	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>
I	27	34	27	31	39	I	37	45	41	37	46	I	41	39	45	45	48
II	38	34	41	36	31	II	38	39	41	51	40	II	38	41	49	31	49
III	32	31	30	26	42	III	28	40	44	40	47	III	42	36	47	49	41
	<b>T4</b>						<b>T8</b>						<b>T12</b>				
	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>		<b>Q1</b>	<b>Q2</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>
I	31	33	34	26	31	I	35	43	37	39	34	I	52	57	52	50	40
II	33	26	28	28	34	II	46	33	39	32	43	II	42	48	63	44	49
III	35	32	29	38	34	III	36	40	41	36	34	III	61	53	41	40	49

**PESO DE 1000 SEMILLAS (g)**

<b>B</b>	<b>T1</b>				<b>B</b>	<b>T5</b>				<b>B</b>	<b>T9</b>			
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
I	3	3	2	2	I	3	3	3	3	I	4	4	5	4
II	3	3	3	2	II	4	3	2	3	II	4	4	5	3
III	3	2	2	3	III	3	4	3	4	III	4	5	3	4
	<b>T2</b>					<b>T6</b>					<b>T10</b>			
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
I	2	3	2	2	I	2	3	3	2	I	4	3	3	4
II	2	3	3	2	II	4	3	2	3	II	3	4	3	4
III	3	2	2	3	III	3	4	3	3	III	4	5	4	3
	<b>T3</b>					<b>T7</b>					<b>T11</b>			
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
I	3	3	2	2	I	3	3	4	3	I	3	4	3	4
II	2	3	2	2	II	2	3	3	2	II	4	4	4	3
III	2	3	3	2	III	3	3	3	3	III	3	4	4	3
	<b>T4</b>					<b>T8</b>					<b>T12</b>			
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>		<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
I	2	2	3	2	I	4	3	3	3	I	4	4	3	3
II	2	2	3	3	II	3	2	3	2	II	3	4	4	4
III	3	3	3	3	III	3	3	3	3	III	3	4	5	4

**RENDIMIENTO DE GRANO DE QUINUA (Kg)**

<b>B</b>	<b>T1</b>	<b>B</b>	<b>T5</b>	<b>B</b>	<b>T9</b>
<b>I</b>	2200	<b>I</b>	2879.2	<b>I</b>	4004.2
<b>II</b>	2125	<b>II</b>	2750	<b>II</b>	3458.3
<b>III</b>	1987.5	<b>III</b>	2625	<b>III</b>	3550.0
	<b>T2</b>		<b>T6</b>		<b>T10</b>
<b>I</b>	2112.5	<b>I</b>	2650	<b>I</b>	4050.0
<b>II</b>	2000	<b>II</b>	2120.8	<b>II</b>	3641.7
<b>III</b>	1887.5	<b>III</b>	2650	<b>III</b>	2798.3
	<b>T3</b>		<b>T7</b>		<b>T11</b>
<b>I</b>	1904.2	<b>I</b>	2029.2	<b>I</b>	3483.3
<b>II</b>	2058.3	<b>II</b>	2841.7	<b>II</b>	2987.5
<b>III</b>	1766.7	<b>III</b>	2262.5	<b>III</b>	3254.2
	<b>T4</b>		<b>T8</b>		<b>T12</b>
<b>I</b>	2375.0	<b>I</b>	2416.7	<b>I</b>	3916.7
<b>II</b>	1933.3	<b>II</b>	2645.8	<b>II</b>	3491.7
<b>III</b>	1887.5	<b>III</b>	2933.3	<b>III</b>	3608.3

## Anexo 5. Panel fotográfico



Foto 1. Muestreo del suelo antes del ensayo



Foto 2. Desinfección de la semilla de quinua con VITABAX



Foto 3. Tapado de la semilla



Foto 4. Instalación de las mangueras de riego por goteo



Foto 5. Emergencia de las semillas



Foto 6. Riego de las plántulas emergidas



Foto 7. Plantas de quinua unos días antes del raleo



Foto 8. Plantas de quinua después del raleo



Foto 9. Aplicación de TIFON para prevenir el ataque de grillos



Foto 10. Incorporación de coberturas vegetales a todos los tratamientos



Foto 11. Diferentes tratamientos con coberturas vegetales



Foto 12. Medición de la altura de panoja al inicio de maduración



Foto 13. Cosecha de la quinua por cada tratamiento



Foto 14. Acopio y traslado al secadero



Foto 15. Quinoa en atados por cada tratamiento en el secadero



Foto 16. Muestra de cada tratamiento con sus 5 repeticiones



Foto 17. Resultado después de la cosecha de cada tratamiento



Foto 18. Pesado de la quinua para calcular el rendimiento



Foto 19. Muestreo de suelo por el método de zig zag después del ensayo



Foto 20. Procesamiento para el análisis químico de las muestras del suelo



Foto 21. Determinación del pH del suelo



Foto 22. Triturado de la muestra de coberturas vegetales para calcular el % de nitrógeno



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. MARCELINO NUÑEZ MEJIA**  
**R.D. N° 554-2023-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los cinco días del mes de enero del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias agrarias Dr. Felipe Escobar Ramirez, los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, Dr. Rolando Bautista Gomez como asesor, Ing. Eduardo Robles Garcia y Ing. Juan Benjamin Giron Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Influencia de coberturas vegetales y guano de isla en las características del suelo y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2750 msnm-Ayacucho, 2022** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por la Bachiller **MARCELINO NUÑEZ MEJIA**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	14	15	15
Dr. Rolando Bautista Gomez	16	15	16	16
Ing. Eduardo Robles Garcia	14	16	16	15
Ing. Juan Benjamin Giron Molina	16	14	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>15</b>

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

  
.....  
**M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**  
**Presidente**

  
.....  
**Dr. Rolando Bautista Gomez**  
**Asesor**

  
.....  
**Ing. Eduardo Robles Garcia**  
**Jurado**

  
.....  
**Ing. Juan Benjamin Giron Molina**  
**Jurado**

  
.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
**Secretario Docente**



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRARIAS

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

**Influencia de coberturas vegetales y guano de isla en las características del suelo y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2750 msnm-Ayacucho, 2022**

Autor : Marcelino Nuñez Mejía  
Asesor : Rolando Bautista Gómez

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veinticuatro por ciento (24 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2296390733

Ayacucho, 16 de febrero de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agraria

**Dr. Yuri Gálvez Gastelú**  
Coordinador de Control de originalidad de  
trabajo de Investigación y tesis - FCA

Influencia de coberturas  
vegetales y guano de isla en las  
características del suelo y  
rendimiento de quinua  
(*Chenopodium quinoa* Willd.)  
Canaán 2750 msnm-Ayacucho,  
2022

*por* Marcelino Nuñez Mejía

---

**Fecha de entrega:** 16-feb-2024 10:06a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2296390733

**Nombre del archivo:** BORRADOR\_trece\_febrero\_1.doc (27M)

**Total de palabras:** 23245

**Total de caracteres:** 115093

# Influencia de coberturas vegetales y guano de isla en las características del suelo y rendimiento de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Canaán 2750 msnm-Ayacucho, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1 Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga 9%  
Trabajo del estudiante

2 repositorio.unsch.edu.pe 7%  
Fuente de Internet

3 1library.co 2%  
Fuente de Internet

4 repositorio.upao.edu.pe 1%  
Fuente de Internet

5 dspace.utb.edu.ec 1%  
Fuente de Internet

6 www.revistas.unitru.edu.pe 1%  
Fuente de Internet

7 repositorio.utc.edu.ec 1%  
Fuente de Internet

8	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	1 %
9	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	investigacion.izt.uam.mx Fuente de Internet	<1 %
16	www.fertilab.com.mx Fuente de Internet	<1 %
17	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
18	www.agrorural.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas      Activo

Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 30 words

**INFLUENCIA DE COBERTURAS VEGETALES Y GUANO DE ISLA EN LAS  
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa* Willd.) CANAÁN 2750 MSNM-AYACUCHO, 2022**

Marcelino Nuñez-Mejía; Rolando Bautista-Gomez

Área de investigación: Medio ambiente

Línea de investigación: Sistema de producción agrícola

[marcelino.nunez.01@unsch.edu.pe](mailto:marcelino.nunez.01@unsch.edu.pe)

[rolando.bautista@unsch.edu.pe](mailto:rolando.bautista@unsch.edu.pe)

**RESUMEN**

El trabajo experimental tuvo como objetivos determinar la influencia de la cobertura vegetal y el guano de isla en las características del suelo y el rendimiento del cultivo de quinua en el Centro Experimental de Canaán del distrito de Andrés A. Cáceres Dorregaray a 2750 msnm, Ayacucho. Se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado, mediante el Diseño de Parcelas Divididas, adjudicándose las coberturas vegetales a las parcelas y niveles de guano de isla a las subparcelas, estableciéndose 03 repeticiones y 12 tratamientos: Los factores en estudio fueron. Coberturas vegetales (Arveja, Maíz, trigo y sin cobertura) y niveles de guano de isla (00, 01 y 02 t.ha<sup>-1</sup>). Se procedió con el análisis de muestras de suelo de las unidades experimentales, antes de la siembra y después de la cosecha con la finalidad de conocer la variación de las principales características agronómicas del suelo y durante el desarrollo del cultivo se evaluaron los días a la emergencia y madurez fisiológica, altura de planta, longitud de panoja, peso de grano por panoja, peso de 1000 semillas y rendimiento de grano del cultivo de quinua. La emergencia de plántulas ocurrió tardíamente (2 días después de la siembra) en las unidades experimentales donde no se aplicó coberturas vegetales, mientras que la madurez fisiológica ocurrió entre 130 y 155 días, no existiendo una influencia significativa de las coberturas vegetales y niveles de guano de isla. Se determinó que las coberturas vegetales y el guano de isla no mejoran las características del suelo ya que el pH, la CE (dS/m) y la M.O (%) sufrieron ligeras variaciones no significativas. Con la aplicación de guano de isla se incrementa el rendimiento de grano de quinua, pues, al aplicar 2.0 t.ha<sup>-1</sup> se obtuvo un rendimiento de 3520.35 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo muy superior a la unidad experimental en la que no se aplicó guano de isla en la que se obtuvo un rendimiento de 2019.79 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Cobertura vegetal, guano de isla, rendimiento de quinua.

**INFLUENCE OF PLANT COVERS AND ISLAND GUANO ON THE SOIL  
CHARACTERISTICS AND YIELD OF QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
CANAÁN 2750 MSNM-AYACUCHO, 2022**

**ABSTRACT**

The objectives of the experimental work were to determine the influence of vegetation cover and island guano on soil characteristics and yield of quinoa cultivation in the Canaan Experimental Center of the Andrés A. Cáceres Dorregaray district at 2750 meters above sea level, Ayacucho. The Randomized Complete Block statistical design was used, randomized through the Divided Plot Design, assigning plant cover to the plots and levels of island guano to the subplots, establishing 03 repetitions and 12 treatments: The factors under study were. Vegetable covers (pea, corn, wheat and without cover) and island guano levels (00, 01 and 02 t.ha<sup>-1</sup>). We proceeded with the analysis of soil samples from the experimental units, before sowing and after harvesting in order to know the variation of the main agronomic characteristics of the soil and during the development of the crop, the days to emergence were evaluated. and physiological maturity, plant height, panicle length, grain weight per panicle, weight of 1000 seeds and grain yield of the quinoa crop. The emergence of seedlings occurred late (2 days after sowing) in the experimental units where no plant covers were applied, while physiological maturity occurred between 130 and 155 days, with no significant influence of plant covers and guano levels. of island. It was determined that plant covers and island guano do not improve soil characteristics since pH, EC (dS/m) and M.O (%) suffered slight, non-significant variations. With the application of island guano, the yield of quinoa grain increases, since, by applying 2.0 t.ha<sup>-1</sup>, a yield of 3520.35 kg.ha<sup>-1</sup> was obtained, being much higher than the experimental unit in which it was not used. Island guano was applied in which a yield of 2019.79 kg.ha<sup>-1</sup> was obtained.

**Keywords:** Vegetative cover, island guano, quinoa yield.

## 1. INTRODUCCIÓN

La quinua de nuestra región tiene un enorme potencial nutricional, ya que cuenta con áreas de cultivo favorables que permiten obtener cereales de alta calidad en grandes cantidades, por lo que la demanda es muy alta a nivel local, regional, país y externa.

El Perú registró una producción de 89 414 toneladas de grano de quinua, siendo la principal zona productora el departamento de Puno con 39 539 toneladas que representa (44.22% de la producción nacional), seguido de Ayacucho (17.7%) y Apurímac (12.65 %). A nivel nacional el rendimiento promedio es de 1 379 kg.ha<sup>-1</sup>; mientras en Ayacucho es de 1 369 kg.ha<sup>-1</sup>. La superficie del área cosechada a nivel nacional fue de 64 859 hectáreas, correspondiendo al departamento de Ayacucho 11 564 hectáreas (SIEA, 2019).

Según Fairlie (2016, citado por Paulino y Nina, 2013), sobre el efecto del guano isla en el rendimiento de dos variedades de quinua en suelo en proceso de degradación y suelo de alta fertilidad natural, empleando el diseño experimental de bloques completos al azar, sostuvo que la aplicación de guano de isla (2,110 kg.ha<sup>-1</sup>), 75% a la siembra y 25% al aporque en suelo en proceso de degradación, en la variedad INIA-433, reportó los mayores valores de altura de planta (157 cm), peso de mil granos (2,39 g) y rendimiento de grano (4,232,14 kg.ha<sup>-1</sup>), siendo superiores a los obtenidos en los tratamientos que no fueron fertilizados con guano de isla, concluyéndose que el guano de isla influye positivamente en el rendimiento del cultivo de quinua.

Uno de los factores que interviene en la disminución de los rendimientos, tanto cualitativa y cuantitativa del cultivo de quinua, viene a ser la presencia de las malezas, puesto que compite por los nutrientes, agua y espacio por lo tanto, una de las prácticas de vital importancia en la producción agrícola, es el control eficiente y oportuno de malezas siendo una de las técnicas en los últimos tiempos la utilización de coberturas vegetales, que además de regular la población de plantas adventicias, reduce la pérdida de humedad del suelo, incrementa la temperatura del suelo y aumenta la incorporación de materia orgánica al suelo, mejorando las tres propiedades del suelo. (González, 2011, p. 8)

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Canaán; Ayacucho, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho a una altitud de 2750 msnm. Ubicado geográficamente a 13° 08' 05" Latitud Sur y 74° 32' 00" Longitud Oeste.

### 2.2. Características físicas y químicas del suelo

Para la determinación de las características físicas y químicas del suelo, se realizó el muestreo del campo experimental obteniéndose una muestra representativa del suelo de aproximadamente un kilogramo, extraída de un perfil de 20 cm y para su respectivo análisis de caracterización se derivó la muestra al Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

### 2.3. Factores de estudio

Para el presente experimento se consideró dos factores de estudio (variables independientes): niveles de guano de isla (G) y coberturas vegetales (C).

Se probó la influencia al aplicar estos variables, en el rendimiento de la quinua y en las características del suelo.

**Tabla 2.1**

*Tratamientos estudiados en la investigación*

tratamientos		Descripción
T <sub>1</sub>	g <sub>0</sub> x c <sub>1</sub>	00 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y sin cobertura vegetal
T <sub>2</sub>	g <sub>1</sub> x c <sub>1</sub>	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y sin cobertura vegetal
T <sub>3</sub>	g <sub>2</sub> x c <sub>1</sub>	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y sin cobertura vegetal
T <sub>4</sub>	g <sub>0</sub> x c <sub>2</sub>	00 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de arveja
T <sub>5</sub>	g <sub>1</sub> x c <sub>2</sub>	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de arveja
T <sub>6</sub>	g <sub>2</sub> x c <sub>2</sub>	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de arveja
T <sub>7</sub>	g <sub>0</sub> x c <sub>3</sub>	00 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de maíz
T <sub>8</sub>	g <sub>1</sub> x c <sub>3</sub>	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de maíz
T <sub>9</sub>	g <sub>2</sub> x c <sub>3</sub>	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de maíz
T <sub>10</sub>	g <sub>0</sub> x c <sub>4</sub>	00 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de trigo
T <sub>11</sub>	g <sub>1</sub> x c <sub>4</sub>	1.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de trigo
T <sub>12</sub>	g <sub>2</sub> x c <sub>4</sub>	2.0 t.ha <sup>-1</sup> de guano de isla y con cobertura de trigo

## 2.4. Diseño experimental

Para la distribución de las unidades experimentales se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado, Parcelas Divididas, adjudicándose las coberturas vegetales a las sub parcelas y niveles de guano de isla a las parcelas, estableciéndose 03 repeticiones y 12 tratamientos. El modelo aditivo lineal es el siguiente:  $Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + (\alpha\beta)_{ik} + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$  donde,  $Y_{ij}$  = Variable de respuesta del i-ésimo nivel de coberturas vegetales, j-ésimo nivel de guano de isla, en el k-ésimo bloque,  $\mu$  = Media general,  $\beta_k$  = Efecto del k-ésimo bloque,  $\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de cobertura vegetal,  $(\alpha\beta)_{ik}$  = Error de subparcelas (cobertura vegetal),  $\delta_j$  = Efecto de la j-ésimo nivel de guano de isla,  $(\alpha\delta)_{ij}$  = Efecto de la interacción de los factores cobertura vegetal y nivel de guano de isla y  $\epsilon_{ijk}$  = Error de parcelas (guano de isla).

## 2.5. Manejo agronómico

En esta fase que tuvo una duración de 5.5 meses, consistió en el control de malezas, ataque de plagas que se presentó en el cultivo y riego oportuno de acuerdo a las necesidades del cultivo durante la etapa vegetativo, luego se procedió con la primera cosecha a los 130 días y la segunda cosecha a los 155 días en todo el campo experimental.

A los 16 días de la siembra se realizó el deshierbo y raleo, por primera vez, el segundo raleo se realizó a los 103 días; asimismo se aplicó en tres oportunidades con Cyperklin 25 para control de defoliador (*Diabrotica speciosa*) y a los 30 días se aplicó con Mancozeb 80WP como control preventivo contra el mildiú (*Peronospora farinosa*).

La cosecha se realizó en dos etapas la primera a los 130 días el 70 % de todo el campo experimental y la segunda a los 150 debido a los ataques de aves propios de la zona.

Después de la cosecha se evaluó los parámetros del cultivo tales como, el peso de 1000 semillas, longitud de la panoja, peso de panoja y rendimiento en kg por hectárea; asimismo se evaluó las características físicas y químicas del suelo del campo experimental.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

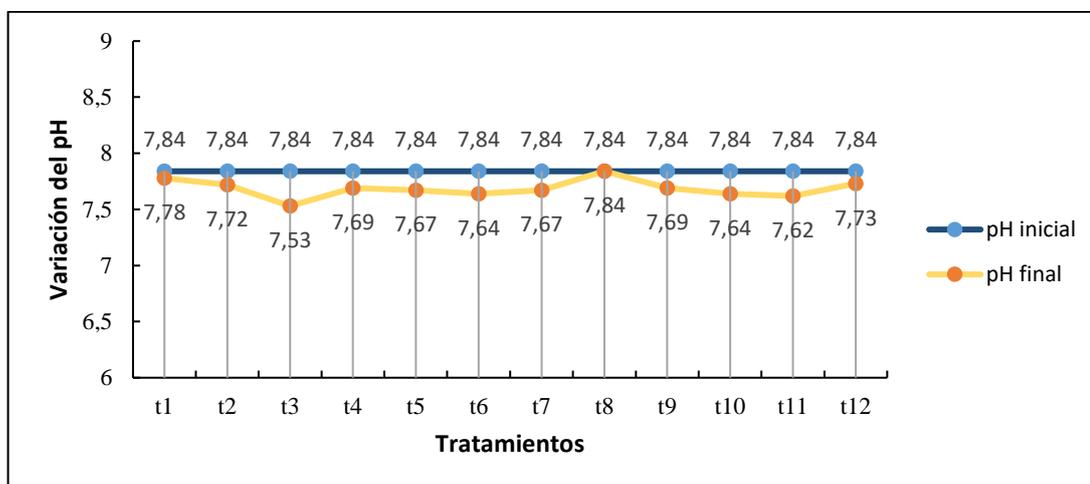
#### 3.1. Evaluación de las características del suelo

#### 3.2. Evaluación del pH del suelo

En la figura 3.1 se muestra los resultados del análisis del pH inicial (antes de la siembra) y pH final (después de la cosecha) de muestras de suelo de las unidades experimentales donde se instaló el cultivo de quinua, donde se observa que el pH del suelo antes de la siembra es de 7.84 considerado como ligeramente alcalino y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin cobertura vegetal, el pH del suelo disminuye conforme se incrementa el nivel de guano de isla (7,58 a 7.53). Con la aplicación de cobertura de arveja el pH del suelo disminuye ligeramente conforme se incrementa el nivel de guano de isla (7.69 a 7.64) y finalmente con la aplicación de coberturas de maíz y trigo el pH se incrementa ligeramente conforme se incrementa el nivel de guano de isla (7.67 a 7.69 y de 7.64 a 7.73), respectivamente.

**Figura 3.1**

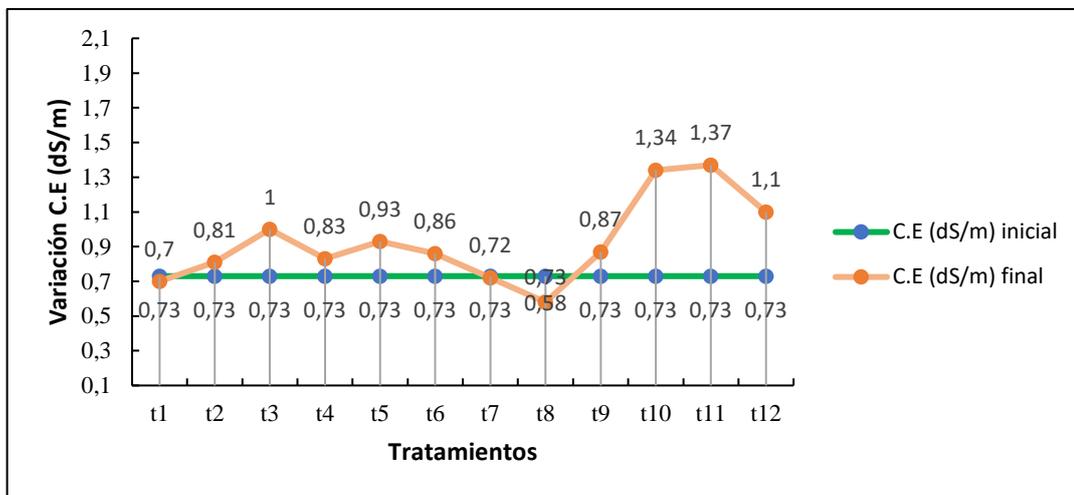
*Resultados del análisis del pH inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.*



La disminución del pH del suelo del lugar del experimento se debería a la aplicación del guano de islas y las coberturas de arveja, maíz y trigo coincidiendo con lo encontrado por Sanabria, S. et al. (2021) en la investigación sobre uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz y por Zeballos (2015) quien evaluó el efecto de un bio mejorador de suelos y de fertilizantes orgánicos sobre la calidad de suelo.

**Figura 3.1**

*Resultados del análisis de la conductividad eléctrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.*



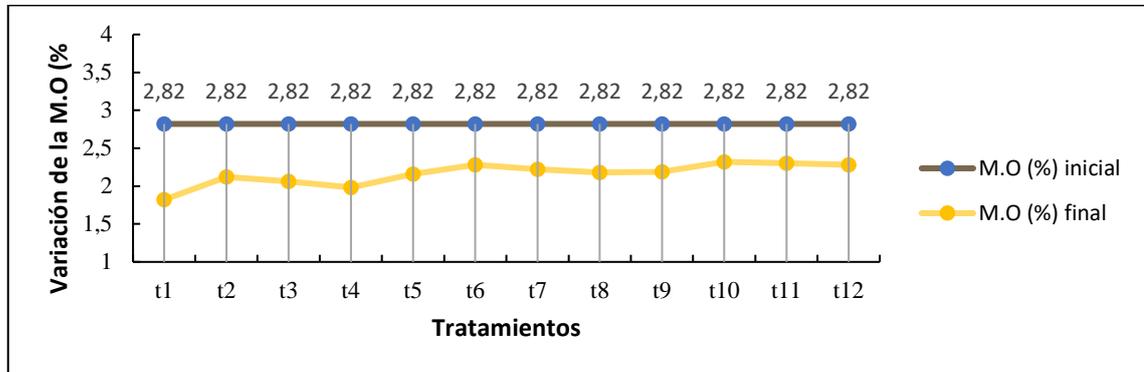
En la figura 3.2 se muestra los resultados del análisis de la conductividad eléctrica inicial (antes de la siembra) y conductividad eléctrica final (después de la cosecha) donde se instaló el cultivo de quinua, en la cual se observa que la conductividad eléctrica del suelo antes de la siembra es de 0.73 dS/m considerado como muy ligeramente salino y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin cobertura vegetal, la conductividad eléctrica del suelo se incrementa conforme se incrementa el nivel de guano de isla (0,7 a 1). Con la aplicación de cobertura de arveja existe un ligero incremento de la conductividad eléctrica del suelo conforme se incrementa el nivel de guano de isla (0.83 a 0.86). Con la aplicación de cobertura de maíz existe una disminución de la conductividad eléctrica con el nivel de 0 y 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla, pero un incremento con el nivel de 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 0.87 dS/m y finalmente con la aplicación de coberturas de trigo existe una disminución de la conductividad eléctrica con el nivel de 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla alcanzando 1.1 dS/m.

Los resultados obtenidos difieren a lo hallado por Sanabria, S. et al. (2021) en la investigación sobre uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz que encontraron que los valores de conductividad eléctrica se redujeron ligeramente entre 0,132 dS/m – 0,589 dS/m sin mostrar una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos. Con respecto al incremento de la conductividad eléctrica de los suelos se debería posiblemente a que existe un lavado inverso de sales de las profundidades hacia la capa arable del suelo ocasionado por la intensa mecanización agrícola que sufre el suelo y el riego aplicado. Sin embargo, Wolf & Snyder (2003)

señalan que la materia orgánica ayuda a reducir las sales de los fertilizantes ayudando en su drenaje manteniendo los suelos abiertos.

**Figura 3.2**

*Resultados del análisis de la materia orgánica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.*

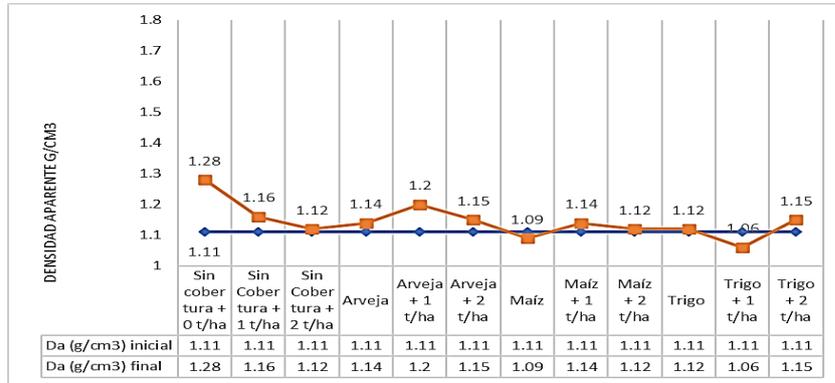


En la figura 3.3 se muestra los resultados del análisis de la ,materia orgánica inicial (antes de la siembra) y materia orgánica final (después de la cosecha) donde se instaló el cultivo de quinua, en la cual se observa que la materia orgánica del suelo antes de la siembra es de 2.82 % considerado como medio y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin cobertura vegetal terreno limpio con deshierbo, la materia orgánica del suelo se incrementa conforme se incrementa el nivel de guano de isla (1,82 a 2.06) alcanzando el mayor valor con 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 2.12%. Con la aplicación de cobertura de arveja existe un ligero incremento del contenido de materia orgánica del suelo conforme se incrementa el nivel de guano de isla (1.98 a 2.28). Con la aplicación de cobertura de maíz existe una disminución del contenido de materia orgánica de 2,22 a 2,18% y finalmente con la aplicación de coberturas de trigo existe un incremento del contenido de materia orgánica de 2.32 a 2.3 obteniendo su mayor valor con el nivel de 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con 2.3% de contenido de materia orgánica.

Estos resultados concuerdan con lo hallado por Sanabria, S. et al. (2021) en la investigación sobre uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz en la localidad de Pultunchara ya que el contenido de materia orgánica del suelo de todos los tratamientos disminuyó, en relación al análisis inicial del suelo y menciona que las pérdidas de materia orgánica se deberían al contenido de arcilla del suelo.

**Figura 3.4**

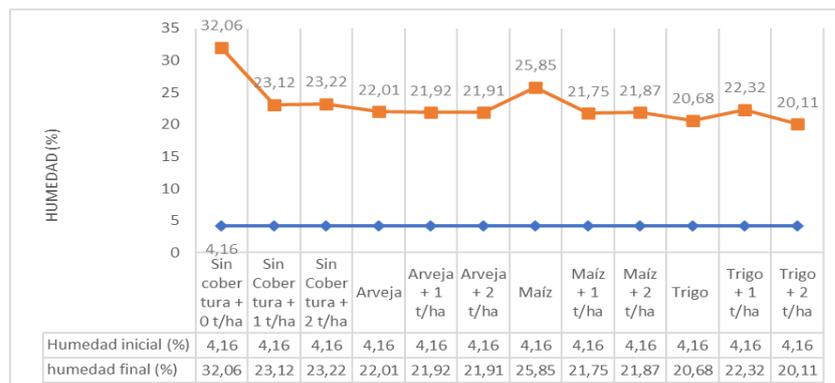
Resultados del análisis de densidad aparente inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.



En la figura 3.4 se muestra los resultados del análisis de densidad aparente inicial (antes de la siembra) y densidad aparente final (después de la cosecha) en la cual se observa que las muestras de suelo antes de la siembra del cultivo de quinua y antes de la aplicación de la cobertura vegetal y guano de isla tenía una densidad aparente de 1.1 g/cm<sup>3</sup> valor que corresponde a un suelo arcilloso y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin aplicación de cobertura vegetal existe una disminución de la densidad aparente conforme se incrementa los niveles de guano de isla (1.28 a 1.12 g/cm<sup>3</sup>). Con la aplicación de la cobertura vegetal de arveja se mantiene constante con los 3 niveles de guano de isla (1.04 a 1.15 g/cm<sup>3</sup>). Con la aplicación de cobertura vegetal de maíz existe un ligero incremento de la densidad aparente del suelo conforme se incrementa los niveles de guano de isla (1.09 a 1.12 g/cm<sup>3</sup>) y finalmente con la aplicación de coberturas de trigo a 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla reporta el menor valor de densidad aparente con 1.06 g/cm<sup>3</sup>.

**Figura 3.5**

Resultados del análisis de humedad gravimétrica inicial y final de muestras de suelo de las unidades experimentales en el cultivo de quinua. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.

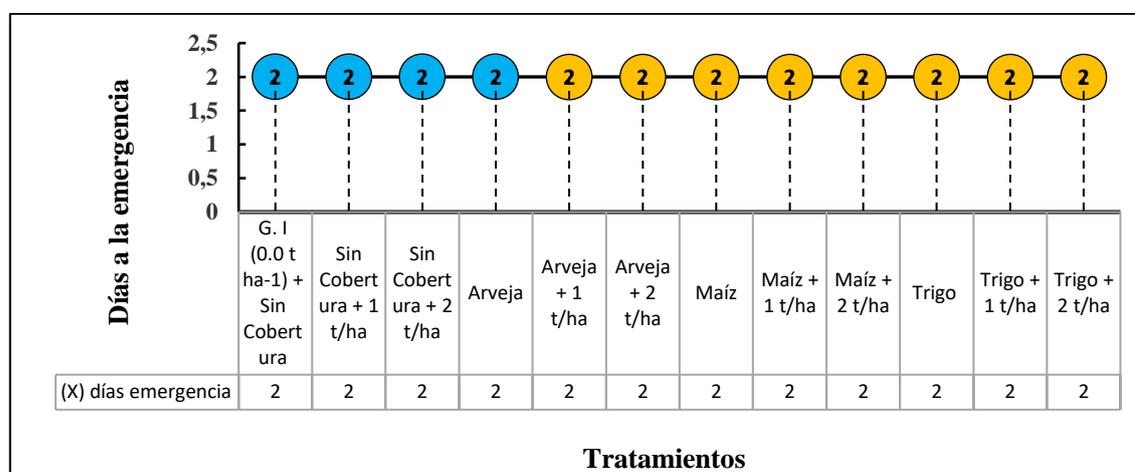


En la figura 3.5 se muestra los resultados del análisis de humedad gravimétrica inicial (antes de la siembra) y humedad gravimétrica final (después de la cosecha) en la cual se observa que las muestras de suelo antes de la siembra del cultivo de quinua y antes de la aplicación de la cobertura vegetal y guano de isla tenía un valor de humedad gravimétrica de 20.62 y analizado las muestras de suelo luego de la cosecha una vez aplicado la cobertura vegetal y el guano de isla los resultados son las siguientes: En los tratamientos sin aplicación de cobertura vegetal la humedad gravimétrica desciende cuando se aplica 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla (32.06 a 23.12%). Con la aplicación de cobertura de arveja existe una ligera disminución de humedad gravimétrica de 22.01 a 21.91%. con la aplicación de cobertura de maíz sin la aplicación de guano de isla se alcanzó el valor más alto de humedad gravimétrica con 25.85% y finalmente con la aplicación de cobertura de trigo se mantiene constante los valores de humedad gravimétrica en los 3 niveles de guano de isla con valores que oscilan de 20.68 a 20.8%.

### 3.2. Evaluación de la precocidad y productividad del cultivo de quinua

**Figura 3.6**

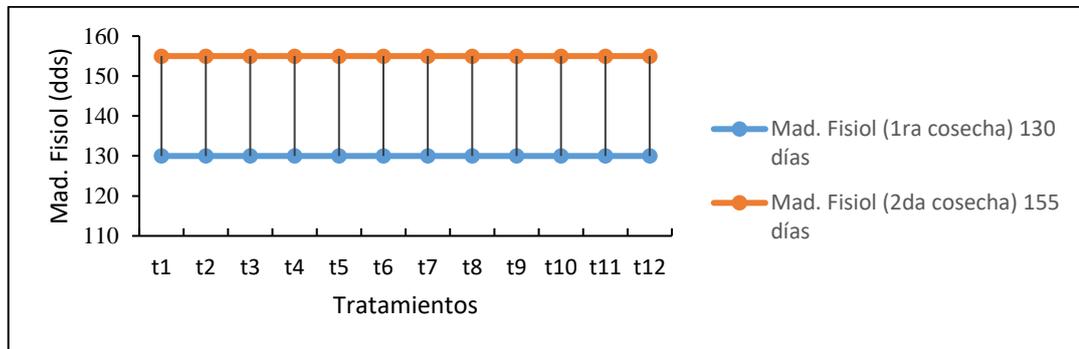
*Días a la emergencia del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.*



En la figura 3.6 se muestra los días a la emergencia del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla para cada tratamiento, donde se observa que en todos los tratamientos en promedio a los 2 días después de la siembra. De los resultados obtenidos se puede mencionar que las coberturas vegetales y los niveles de guano no influye en la emergencia.

### Figura 3.7

*Días a la madurez fisiológica del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.*

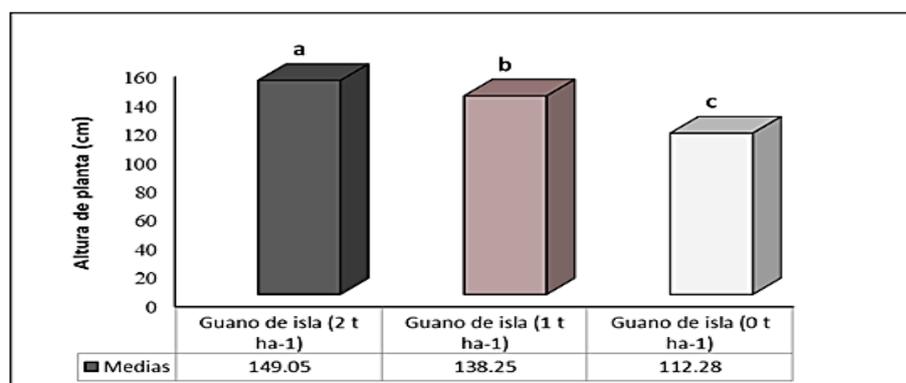


En la figura 3.7 se muestra días a la madurez fisiológica del cultivo de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, donde se observa que la madurez fisiológica en todos los tratamientos ocurre entre los 130 días y 155 días después de la siembra. En general, el periodo vegetativo del cultivo de quinua varía entre 80 y 240 días. Mestanza et al., (2019) en su trabajo de investigación reportó que los genotipos alcanzaron su madurez fisiológica a los 143 días.

Llamocca (2018) indica que la variedad Blanca de Junín alcanza la madurez fisiológica entre los 151 y 156 días después de la siembra. Morote (2014) estableció que la madurez fisiológica de la quinua variedad Blanca de Junín se alcanza entre los 155 y 160 días después de la siembra, mientras que en la variedad Pasankalla se dio entre los 125 y 130 días, resultados que son similares a lo hallado en la presente investigación para la variedad Blanca de Junín.

### Figura 3.8

*Prueba de Tukey de la altura de planta de quinua en los diferentes niveles de guano de isla en promedio de las coberturas vegetales. Canaán 2750 msnm Ayacucho.*



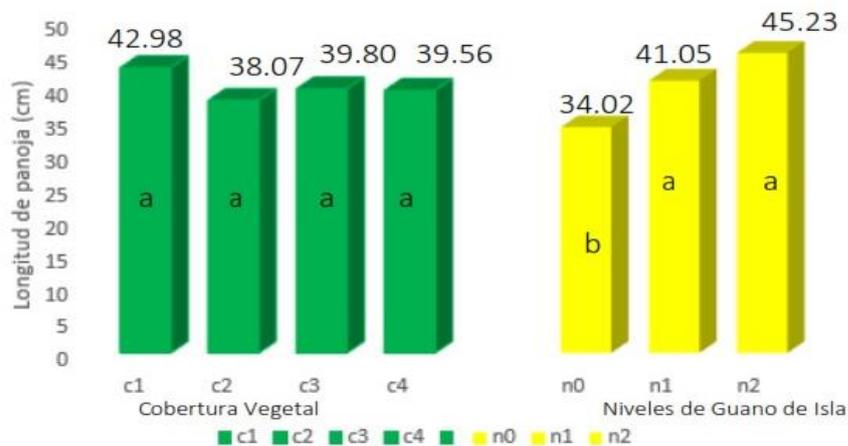
En la figura 3.8 se muestra la prueba de Tukey de la altura de planta de quinua en los diferentes niveles de guano de isla en promedio de las coberturas vegetales, donde se

observa que con la aplicación de  $2 \text{ t.ha}^{-1}$  de guano de isla se alcanza el mayor valor de altura de planta de quinua con 149.5 cm, seguido por la aplicación de  $1 \text{ t.ha}^{-1}$  con una altura de planta de 138.25 cm y por último se encuentra el tratamiento en la que no se aplicó guano de isla con una altura de planta de 112.28 cm.

Trucios (2007) encontró para las condiciones de Yauli - Huancavelica, que el cultivar Narino presentó la mayor altura de planta con 156 cm, superando a lo hallado en el presente experimento.

**Figura 3.9**

*Prueba de Tukey del efecto simple de la longitud de panoja de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla ( $p\text{-valor} < 0.05$ ). Canaán 2750 msnm Ayacucho.*



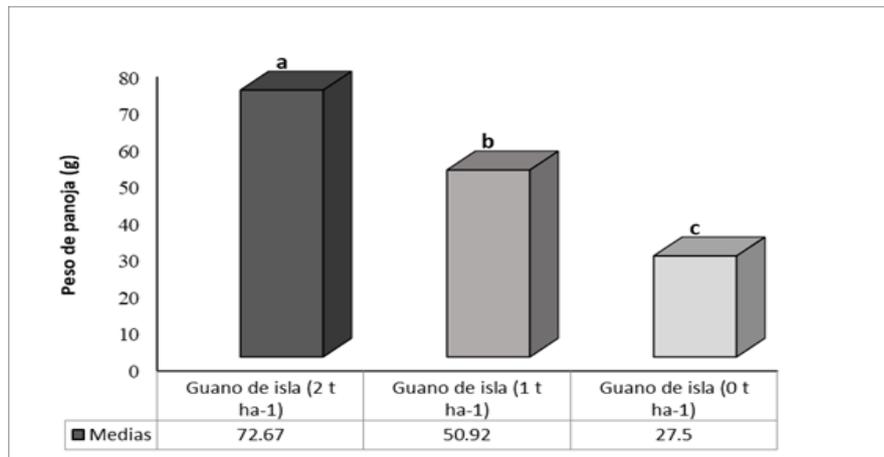
La figura 3.9 se muestra la prueba de Tukey de la longitud de panoja de quinua con aplicación de los diferentes niveles de guano de isla, donde se observa que aplicando  $2 \text{ t.ha}^{-1}$  de guano de isla se obtiene la mayor longitud de panoja con 45.23 cm, seguido por la aplicación de  $1 \text{ t.ha}^{-1}$  con una longitud de panoja de 41.05 cm y por último se encuentra el tratamiento en la que no se aplicó guano de isla con una longitud de panoja de 34.02 cm.

Mientras la aplicación de coberturas vegetales no influyó en la longitud de panoja.

Apaza et al., (2013) para la variedad Blanca de Junín reportó longitudes de panoja que varía de 33.40 a 48.50 cm, por lo que se puede mencionar que los valores de longitud de panoja obtenidos en el presente experimento se encuentran en los parámetros normales establecidos.

**Figura 3.10**

*Prueba de Tukey del efecto principal de peso de panoja de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.*

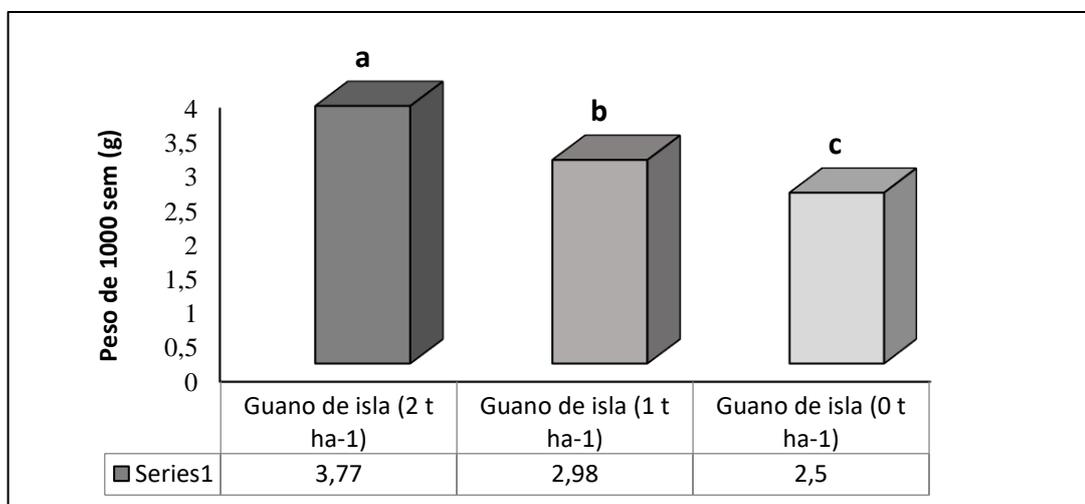


En la figura 3.10 se muestra la prueba de Tukey del efecto principal de peso de panoja de quinua variedad Salcedo INIA con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, donde el promedio superior se obtiene aplicando  $2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de guano de isla con un peso de panoja de 72.67 g seguido por la aplicación de  $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  con un peso de panoja de 50.92 g y por último se encuentra el tratamiento en la que no se aplicó guano de isla con un peso de panoja de 27.5 g.

En el presente estudio se obtuvo un peso de panoja de 72.67 g aplicando  $2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de guano de isla estos resultados son similares a lo obtenido por Mestanza et al., (2019) quien reportó un peso de panoja de 71g.

**Figura 3.11**

*Prueba de Tukey del efecto principal de peso de 1000 semillas de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.*

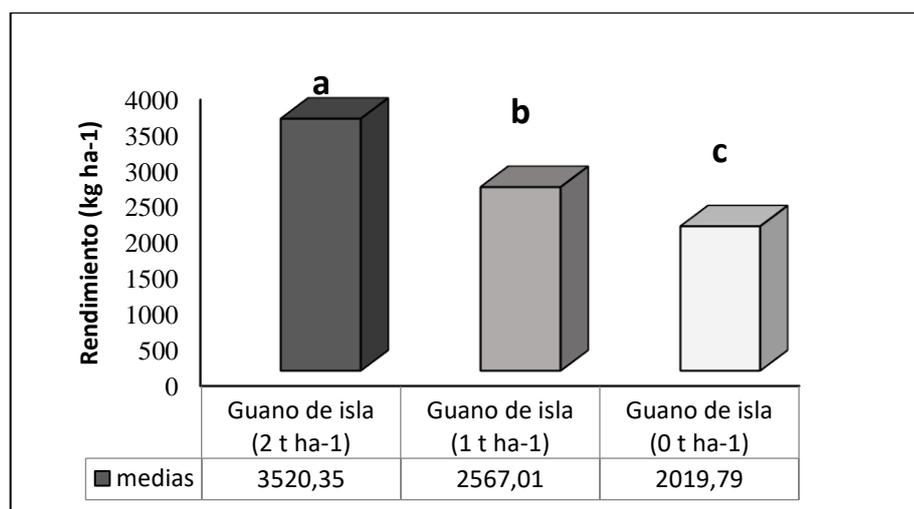


En la figura 3.11 se muestra la prueba de Tukey del efecto principal de peso de 1000 semillas de quinua con aplicación de cobertura vegetal y niveles de guano de isla, donde el mayor peso de 1000 semillas se obtiene con la aplicación de 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con un peso de 3.77 g seguido por la aplicación de 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con un peso de 2.98 g y por último se encuentra el tratamiento en la cual no se aplicó guano de isla con un peso de 2.5 g.

Cosme et al., (2020) en su investigación obtuvo un peso de 1000 semillas de 2.39 g utilizando 2 300 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de isla. Mestanza et al., (2019) en el trabajo de investigación que realizaron en 21 genotipos de quinua obtuvieron un peso 1000 semillas promedio de 2.58 g. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

### Figura 3.12

*Prueba de Tukey del efecto principal de rendimiento de quinua en diferentes niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm Ayacucho.*



En la figura 3.12 se muestra la prueba de Tukey del efecto principal de rendimiento de quinua en diferentes niveles de guano de isla, donde el mayor rendimiento se obtiene aplicando 2 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con un rendimiento de 3520.35 kg.ha<sup>-1</sup> seguido por la aplicación de 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con un rendimiento de 2 567.01 kg.ha<sup>-1</sup> y finalmente se encuentra el tratamiento en el que no se aplicó guano de isla con un rendimiento de 2 019.79 kg. ha<sup>-1</sup>.

Cosme et al., (2020) en su trabajo de investigación en condiciones similares obtuvo un rendimiento de 4 232 kg.ha<sup>-1</sup>, utilizando 2 110 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de isla. Borda (2018) en su trabajo de investigación en condiciones similares obtuvo un rendimiento de 4 042 kg.ha<sup>-1</sup>. utilizando 2 300 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de isla.

Estos resultados son ligeramente superiores a lo obtenido en el presente trabajo de investigación debido a que se usó 110 y 300 kg.ha<sup>-1</sup> más de guano de isla, respectivamente.

#### 4. CONCLUSIONES

1. La aplicación de las coberturas vegetales y el guano de isla no influyen en la variación de las características del suelo, aunque el pH, la conductividad eléctrica (CE dS/m) y el porcentaje de materia orgánica del suelo sufrieron ligeras variaciones, éstas han sido no significativas para el desarrollo y productividad del cultivo de quinua.
2. Las aplicaciones de las coberturas vegetales no influyeron en el rendimiento del cultivo de quinua, no obstante, hubo un ligero incremento del rendimiento, sin embargo, no fue significativo estadísticamente. Mientras con la aplicación de 2.0 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla incrementan el rendimiento de quinua alcanzando 3520.35 kg.ha<sup>-1</sup> seguido por la aplicación de 1 t.ha<sup>-1</sup> de guano de isla con de 2 567.01 kg.ha<sup>-1</sup> de grano de quinua. El tratamiento en la que no se aplicó guano de isla reportó un rendimiento de 2 019.79 kg. ha<sup>-1</sup>.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., Pinedo, R., (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima – Perú.
- Cosme, R., Reynoso, A. & Sanabria, S. (2020) Efecto del guano de isla en el rendimiento de dos variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en suelo degradado. Artículo agroind sci. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1125/5/Cosme-et-al\\_2020\\_Quinua\\_Fertilidad.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1125/5/Cosme-et-al_2020_Quinua_Fertilidad.pdf)
- Llamocca, M. (2018). Niveles de gallinaza en el rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de grano blanco, bajo labranza de conservación. Canaán 2750 msnm - Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3273>.
- Mestanza, C., Zambrano, K., Zambrano, K., Pinargote, J., Veliz, D., Vásconez, G., Fernández, Nieves. & Olomos, E. (2019). Evaluación agronómica de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en condiciones agroclimáticas en la zona

de Mocache. <https://digital.csic.es/handle/10261/210587>

- Morote, M. (2014). Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres densidades de plantas bajo sistema de labranza mínima. Canaán 2750 msnm Ayacucho. Tesis para Título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho - Perú. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2066>.
- Mujica, A. et al. (1998). Libro de campo. Prueba americana y europea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Puno – Perú.
- SIEA (2019) Anuario Estadístico de producción Agrícola. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Perú.
- Sanabria, Q. S et al. (2021). Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). Artículo científico en Scientia Agropecuaria.
- Trucios, T. (2007). Comparativo de 25 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a 3800 msnm en el distrito de Yauli. Huancavelica. UNSCH.
- Wolf, B., & Snyder, G. H. (2003). Sustainable Soils: The place of organic matter in sustaining soils and their productivity. Food Products Press. Binghamton, NY.
- Zeballos, O. (2015). Calidad Físico - Química de suelo árido en cebolla (*Allium cepa* L.) con fertilizantes orgánicos, en la Irrigación Majes. Tesis para optar el grado académico de Doctoris Philosophiae. UNALM. Lima-Perú.