

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EFECTO DE RIZOBACTERIAS PELETIZADAS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN PUNO”

TESIS

PRESENTADA POR:

ALEX HERMOZA CUSI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

MECIÓN:

GESTIÓN AMBIENTAL

Promoción: 2015-II

PUNO – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EFECTO DE RIZOBACTERIAS PELETIZADAS EN EL CRECIMIENTO
Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
EN PUNO”**

TESIS

**PRESENTADA POR:
ALEX HERMOZA CUSI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO
MÉCION:
GESTIÓN AMBIENTAL**

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 31 DE JULIO DEL 2017



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

 Dr. Juan Gregorio ZAPANA PARI

PRIMER MIEMBRO

:

 Dr. Félix Alonso ASTETE MALDONADO

SEGUNDO MIEMBRO

:

 Dra. Betsabe LEON TTACCA

DIRECTOR DE TESIS

:

 Dr. Eleodoro CHAHUARES VELASQUEZ

PUNO –PERÚ

2017

Área : Ciencias agrícolas

Tema : Manejo agronómico de cultivos

DEDICATORIA

A Dios por ser quien guio mis pasos; a mi padre **Florencio Hermoza Hualpamayta** que está en el cielo, donde me cuida y guía para lograr mis metas.

A mi madre **Martha Cusi Hanco** y hermana **Alicia Hermoza Cusi** por todo el amor que me brindaron y el sacrificio que tuvieron que hacer para que yo salga adelante y pueda culminar mi carrera profesional

A mis hermanos **Luz Marina, Wilber, Silvia, César, Wilfredo y Roxana**, y a mis sobrinos **Camila** y **Andre** que estuvieron conmigo en todos los momentos difíciles que nos tocó pasar y logramos demostrar que como familia no hay nada imposible.

Alex.

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud, principalmente a Dios, por haberme dado la existencia y permitido que llegue al final de mi carrera profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, mi alma mater, fuente de investigación, generación de ciencia y tecnología; a sus docentes y administrativos, por haberme impartido e inculcado sus conocimientos, capacidades y destrezas.

Mi especial reconocimiento y gratitud al Dr. Eleodoro Chahuares Velasquez, por su apoyo incondicional, valioso aporte intelectual, por sus concejos y orientación en la dirección y asesoramiento de la presente tesis.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-Puno, Estación Experimental Salcedo, por la formación profesional y técnica que me ha brindado; así mismo a cada uno de sus profesionales y técnicos que laboran en esta institución.

A mis grandes amigos: Jhon, Ulises, Milton, Lino y Wilber y a todas aquellas personas que me ha apoyado directa e indirectamente para la culminación de este trabajo de investigación.

Alex.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE CUADROS.....	10
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	13
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPITULO I.....	17
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA, ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. ANTECEDENTES.....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos.....	20
CAPITULO II	21
MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. Descripción de la planta de quinua.....	21
2.1.2. Componentes nutritivos de los alimentos.....	21
2.1.2.1. Proteína de quinua.....	22
2.1.3. Taxonomía	23
2.1.4. Fenología del cultivo	23
2.1.5. Requerimientos del cultivo.....	26
2.1.5.1. Suelo y clima.....	26
2.1.5.2. Suelo y pH.....	27
2.1.6. Características de las variedades utilizadas	27
2.1.6.1. Salcedo – INIA.....	27
2.1.6.2. Kcancolla	28
2.1.7. Rizobacterias	28

2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	30
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	33
2.3.1. Hipótesis general	33
2.3.2. Hipótesis específica:.....	33
CAPITULO III.....	34
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.1. MATERIAL VEGETAL.....	34
3.2. CEPAS DE RIZOBACTERIAS.....	34
3.3. TRATAMIENTOS	34
3.4. METODOLOGÍA	34
3.4.1. Preparación del terreno.....	34
3.4.2. Siembra.....	35
3.4.3. Reinoculación de rizobacterias en campo	35
3.4.4. Plagas y enfermedades.....	36
3.4.5. Deshierbo:.....	37
3.4.6. Cosecha.....	37
3.4.7. Cosecha.....	37
3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO.....	38
3.6. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:	39
CAPITULO IV	41
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	41
4.1. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	41
4.1.1. Ubicación del experimento.....	41
4.1.2. Ubicación geográfica.....	41
4.1.3. Duración del proyecto	41
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	41
4.2.1. Ubicación del experimento.....	41
4.3. HISTORIA DEL MEDIO EXPERIMENTAL.....	42
4.4. CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA	42
CAPITULO V	45
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	45

5.1. EFECTO DE RIZOBACTERIAS PELETIZADAS SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA QUINUA VARIEDAD SALCEDO INIA Y VARIEDAD KCANCOLLA	45
5.1.1. Altura de planta	45
5.1.2. Número de hojas.....	48
5.1.3. Longitud de panoja.....	51
5.1.4. Diámetro de panoja.....	54
5.2. EFECTO DE RIZOBACTERIAS PELETIZADAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA QUINUA VARIEDAD SALCEDO INIA Y VARIEDAD KCANCOLLA	57
5.2.1. Peso de grano.....	57
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Registro de temperaturas máxima, mínima y media (2014-2015). SENAMHI, Puno.	43
Figura 2. Registro de precipitación pluvial (2014-2015). SENAMHI, Puno.	44
Figura 3. Altura de planta por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	46
Figura 4. Altura de planta por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	48
Figura 5. Número de hojas por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	49
Figura 6. Número de hojas por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	51
Figura 7. Longitud de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	52
Figura 8. Largo de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	54
Figura 9. Ancho de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	55
Figura 10. Diámetro de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	57
Figura 11. Peso de grano por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	59
Figura 12. Peso de grano por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	60
Figura 13. Roturado del terreno y surcado del terreno, en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	79
Figura 14. Trazado del terreno y siembra de las variedades de quinua en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	79
Figura 15. Semilla de quinua kcancolla y Salcedo INIA	79
Figura 16. Inoculante y envases usados para la preparación de inoculante	80
Figura 17. Reinoculación de las variedades Kcancolla y Salcedo INIA, en la fase fenológica de ramificación en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	80
Figura 18. Deshierbo de las variedades de quinua, en la fase fenológica de cuatro hojas verdaderas en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	80

Figura 19. Cosecha de surcos centrales en cultivo de quinua en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	81
Figura 20. Siega o corte de plantas de dos variedades de quinua, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	81
Figura 21. Golpeo o garroteo de la plantas de quinua	82
Figura 22. Pesado de la muestra de granos de quinua	82
Figura 23. Muestreo de plantas de quinua para medición de largo y ancho de panoja, en la fase fenológica de inicio de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	82
Figura 24. Medición de altura de planta en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de inicio de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	83
Figura 25. Medición de altura de planta en la variedad de quinua Kankolla, en la fase fenológica de inicio de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	83
Figura 26. Campo experimental de las dos variedades de quinua con sus respectivos en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	84
Figura 27. Variedad de quinua Salcedo INIA, en fase fenológica de Floración.	84
Figura 28. Variedad de quinua Kcancolla, en fase fenológica de Floración	84

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Tabla 1. Valor nutritivo en variedades de quinua y trigo.....	22
Tabla 2. Composición de las semillas de quinua (en 100 g de semillas frescas).....	22
Tabla 3. Temperatura correspondiente a la campaña agrícola 2014 – 2015, Puno.	43
Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	45
Tabla 5. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre altura de planta, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	46
Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	47
Tabla 7. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	47
Tabla 8. Análisis de varianza para número de hojas en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	48
Tabla 9. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre número de hojas, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.....	49
Tabla 10. Análisis de varianza para número de hojas en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	50
Tabla 11. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre número de hojas, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	50
Tabla 12. Análisis de varianza para longitud de panoja en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	51
Tabla 13. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre longitud de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	52
Tabla 14. Análisis de varianza para longitud de panoja en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	53
Tabla 15. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre longitud de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	53

Tabla 16. Análisis de varianza para ancho de panoja en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	54
Tabla 17. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre ancho de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	55
Tabla 18. Análisis de varianza para largo de panoja en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	56
Tabla 19. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre diámetro de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	56
Tabla 20. Análisis de varianza para peso de grano en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	57
Tabla 21. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	58
Tabla 22. Análisis de varianza para peso de grano en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	59
Tabla 23. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre peso de grano, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.	60
Tabla 24. Datos de evaluación de altura de planta (cm) en variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	76
Tabla 25. Datos de evaluación de altura de planta (cm) en variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	76
Tabla 26. Datos de evaluación de número de hojas en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	76
Tabla 27. Datos de evaluación de número de hojas en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	76
Tabla 28. Datos de evaluación de largo de panoja (cm) en variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	77
Tabla 29. Datos de evaluación de largo de panoja (cm) en variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	77
Tabla 30. Datos de evaluación de diámetro de panoja (cm) en variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.	77

- Tabla 31.** Datos de evaluación de diámetro de panoja (cm) en variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.77
- Tabla 32.** Datos de evaluación de peso de grano en variedad de quinua Salcedo INIA (kg / 12 m²), en la fase fenológica de madures fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.78
- Tabla 33.** Datos de evaluación de peso de grano en variedad de quinua Kcancolla (kg / 12 m²), en la fase fenológica de madures fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.78

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AC4 + RH27	: Semilla peletizada incorporada con dos cepas
C32	: Semilla peletizada incorporada con la cepa
CV	: Coeficiente de variación
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
PGPR	: Rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas
UNALM	: Universidad Nacional Agraria La Molina
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
°C	: Grados celsius
m	: Metro
mm	: Milímetros
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
cm	: Centímetro
kg/ha	: Kilogramos por hectárea
n.s.	: No significativo
*	: Es significativo
**	: Es altamente significativo

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el campus del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Salcedo INIA – Puno, ubicada en el distrito, provincia y región de Puno. Los objetivos en estudio fueron: a) Evaluar el efecto de rizobacterias peletizadas sobre el crecimiento de la quinua en las variedades salcedo INIA y Kcancolla, b) Evaluar el efecto de rizobacterias peletizadas sobre el rendimiento de la quinua en las variedades salcedo INIA y Kcancolla. Para esto se empleó semillas de las variedades de Salcedo-INIA y Kcancolla provenientes de INIA – PUNO de la campaña agrícola 2012– 2013. Los tratamientos en estudio fueron: T1= Semilla sin peletizar y sin microorganismos, T2= Semilla peletizada sin microorganismos, T3= Semilla peletizada con las cepas *Actinomyces* sp + *Rhizobium* sp (AC4 + RH27) y T4= Semilla peletizada con cepa *Pseudonoma* sp (C32). El experimento fue conducido bajo el diseño estadístico de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales; en cada variedad de quinua. Los resultados obtenidos en relación a los objetivos del estudio fueron los siguientes: a) El crecimiento de las variedades de quinua Salcedo INIA y Kcancolla tuvieron igual comportamiento, siendo el tratamiento T3, es decir semillas peletizadas con cepas *Pseudomonas* sp. La que alcanzó mayor altura de planta con 162.70 cm con la variedad salcedo INIA y 136.62 cm en la variedad kcancolla, respectivamente superiores a los tratamientos T4, T2 y T1. b) En cuanto al rendimiento de grano, el tratamiento T3 en la variedad de quinua Salcedo INIA tuvo un mayor peso de grano con 3 633.33 kg/ha y de 3 125.00 kg/ha en la variedad Kcancolla; el menor peso fue para el tratamiento T1 con 2 591.67 kg/ha en la variedad Salcedo INIA y de 2 483.33 kg/ha en la variedad Kcancolla.

Palabras clave: Quinua, Rizobacterias, Kcancolla, Salcedo INIA, Semilla peletizadas.

ABSTRACT

The engaged in fact-finding present came true in the Agrarian campus of the National Institute of Innovación, Salcedo INIA – Puno, located in the district, province and region of Puno. The objectives under consideration were: To) Evaluating the effect of rizobacterias peletizadas on the growth of the quinoa in varieties willow grove INIA and Kcancolla, b) Evaluating the effect of rizobacterias peletizadas on the performance of the quinoa in varieties willow grove INIA and Kcancolla. Ad hoc he used seeds of the varieties of Salcedo INIA and Kcancolla originating of INIA – PUNO of the crop year 2012 – 2013. The treatments under consideration were: T1 Semilla without peletizar and without microorganisms, T2 Semilla peletizada without microorganisms, T3 Semilla peletizada with the stocks *Actinomyces* sp + *Rhizobium* sp (AC4 + RH27) and T4 Semilla peletizada with stock *Pseudonoma* sp (C32). The experiment was driven under the statistical design of complete random blocks with 4 treatments and 4 repetitions making out of a total 16 experimental units; In each variety of quinoa. The results obtained in relation to the case-study objectives were the following: To) The growth of the varieties of quinoa Salcedo INIA and Kcancolla had similar behavior, being the treatment T3, that's to say seeds peletizadas with stocks *Pseudomonas* sp. Her that bigger alcanzóm in-house height with 162,70 CM with variety willow grove INIA and 136,62 CM in variety kcancolla, respectively superior to the treatments T4, T2 and T1 b) As To the performance of grain, the treatment T3 in the variety of quinoa Salcedo INIA had a bigger weight of grain with 3 633,33 kg is and of 3 125,00 kg is in variety Kcancolla; The smaller weight was for the treatment T1 with 2 591,67 kg is in variety Willow Grove INIA and of 2 483,33 kg is in variety Kcancolla.

Passwords: Quinoa, Rizobacterias, Kcancolla, Salcedo INIA, Semillas peletizadas.

INTRODUCCIÓN

En el mundo, así como en el Perú la demanda de alimentos va en aumento, por lo que se requiere con urgencia producir alimentos de alto valor nutritivo y saludable como es la quinua y actualmente la quinua en sus diferentes variedades viene recibiendo especial atención en el campo de investigación a fin de obtener los máximos rendimientos para la compensar la alimentación humana, además este cultivo por su elevada tolerancia a factores abióticos adversos y su adaptación a diferentes condiciones agroecológicas, y por eso que, es uno de los recursos genéticos más valiosos. Se sabe que, la preocupación de los agricultores es la mejora del rendimiento de sus cultivos, en cantidad y calidad, sin aumentar los costos de producción (Rojas, 2015).

En la práctica los agricultores no fertilizan los terrenos para el cultivo de la quinua, esta aprovecha los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente la papa. A pesar que, se recomienda aplicar al menos 5 t/ha de estiércol de corral, con mayor razón cuando la siembra es después de un cereal o se repite quinua. Además, varias investigaciones dan a conocer que al hacer uso de los fertilizantes, han estimado que las plantas sólo utilizan del 25 al 85% del nitrógeno aplicado (según cultivo, prácticas agrícolas, y condiciones edafológicas específicas). (Tapia y Frías, 2007).

El cultivo de quinua, generalmente se obtiene rendimientos menos de 1,000 Kg/ha de grano en cultivos tradicionales y en condiciones de secano, lo cual es un problema. Sin embargo, con el empleo de niveles adecuados de abonamientos orgánicos se han producido hasta 3,000 Kg/ha, siendo el promedio comercial 1,500 – 2,500 Kg/ha. Estudios sobre la respuesta de la quinua al abonamiento orgánico y mineral (sintético), efectuados en la región indican que se encontró respuestas significativas sobre todo al nitrógeno y fosforo. La dosis de potasio es hasta 80 kg/ha en suelos deficientes de este elemento (CARE Perú, 2012).

Por lo mencionado anteriormente, es necesario realizar una producción agrícola que compense la demanda de alimentos, con productos agrícolas de calidad, y aptos para el consumo humano, evitando la alteración de los sistemas de producción y la correcta aplicación de los abonos orgánicos. Y es por ello que con la presente investigación emplear Rizobacterias peletizadas para mejorar el rendimiento del cultivo de quinua de forma orgánica sin alterar el medio ambiente.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA, ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una especie vegetal cultivada principalmente en condiciones agroecológicas de la región altiplánica del Perú y Bolivia. Los granos de la quinua se caracterizan por su alto contenido de proteínas, vitaminas, y minerales que le dan las propiedades nutricionales y medicinales; contiene de 14 a 20% de proteínas, 5.7 a 11.3% de grasa y de 2.7 a 4.42 de fibra, las proteínas son consideradas de alta calidad biológica por su alto contenido de aminoácidos esenciales, tales como lisina, histidina, metionina, arginina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutámico, valina leucina, entre otros (Apaza y Delgado, 2006).

La quinua genéticamente requiere poca cantidad de agua y prospera bien en suelos salinos, por lo que, se adapta muy bien a los efectos del cambio climático, por su capacidad de resistir a la sequía y fuerte insolación, ya que solamente requiere entre 200 a 300 mm de agua para el desarrollo vegetativo (Garrido *et al.*, 2013).

El uso desmedido de fertilizantes químicos y pesticidas sintéticos ha provocado graves consecuencias ambientales, por lo que se ha presentado especial atención al estudio de los microorganismos asociados a las raíces de las plantas y a sus beneficios para la agricultura (Rodríguez *et al.*, 2003).

Como una alternativa para disminuir el uso de agroquímicos, los microorganismos del grupo de rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas (PGPR), parecen en parte de la solución efectiva, ya que se han demostrado, efectos positivos en el crecimiento, rendimiento y sanidad de varios cultivos (Zuñiga, 2010; Rico, 2009; Vera, 2009; Granada, 2008).

Por esta razón se plantea este proyecto de investigación con el objetivo de evaluar la capacidad de estas rizobacterias promotoras del crecimiento y rendimiento en el cultivo de quinua. Con base a los parámetros de evaluación (variables dependientes); los

resultados que se encuentren servirán para mejorar la producción del cultivo de quinua, también orientaran a disminuir el excesivo uso de agroquímicos en los cultivos; esta práctica del uso de las rizobacterias abona hacia la implementación de un cultivo orgánico, con ello, se tendría menos riesgos para la salud humana y animal. Se sabe que los agroquímicos traen consecuencias irreversibles para el suelo y la salud de quienes lo manipulan.

De acuerdo a los problemas expuestos se ha formulado las siguientes interrogantes:

Pregunta general:

¿Cuál es el efecto de rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas (PGPR) en el crecimiento y rendimiento del cultivo de quinua variedades Salcedo-INIA y Kcancolla?

Preguntas específicas:

- ¿Cuál será el efecto de rizobacterias peletizadas en el crecimiento de la quinua variedades Salcedo-INIA y Kcancolla?
- ¿Cuál será el efecto de rizobacterias peletizadas en el rendimiento de la quinua variedades Salcedo-INIA y Kcancolla?

1.2. ANTECEDENTES

Zúñiga (2010), en su trabajo de investigación: la caracterización y selección de bacterias promotoras de crecimiento en el cultivo orgánico de maca estableció una herramienta biotecnológica para mejorar su calidad productiva. Herramienta biotecnológica que fue utilizada para identificar y seleccionar a las bacterias que fueron utilizadas en la investigación.

La Torre (2009), en su tesis: efecto de *Diazotrofos* y *Bacillus* sp. en el crecimiento del cultivo del tomate, obtuvo que al quinto día de evaluación el 30% de las cepas probadas mejoraron la emergencia, dentro de los cuales las cepas bac 3M6 y bac bla incrementaron significativamente con 100% de emergencia.

Rico (2009), reporta que la capacidad promotora de crecimiento vegetal por bacterias del genero *Azotobacter* y actinomicetos aislados del cultivos de *Solanum tuberosum* Linnaeus, 1753 (papa) y cultivados en la zonas alto andinas del Perú .que la población

de bacterias totales, se encuentra en un rango de 50 a 90×10^6 UFC/g, señalando a la localidad de Misión Punta donde se encontró mayor carga microbiana.

Vera (2009), en su tesis: influencia de la aplicación de Rizobacterias en el cultivo de lechuga y berro en bandejas flotantes, encontró que la aplicación de *Bacillus subtilis* indujo al crecimiento de la parte aérea de dos variedades de lechuga (*Ganeria* y *Diveria*) y también la del berro; por otro lado la aplicación de *Bacillus velezensis* mantuvo un crecimiento igual o menor que las plantas control.

Igualmente, Granada (2008), en su trabajo de tesis: evaluación de caracteres PGPR en *Actinomicetos* e interacciones de estas rizobacterias con hongos formadores de micorriza, obtuvo como conclusión “que las cepas de actinomicetos seleccionadas promueven el crecimiento vegetal, por lo que pueden ser consideradas PGPR”.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de la quinua en los últimos años ha alcanzado una demanda competitiva mundial; sin embargo, la oferta es considerablemente menor, porque se cultiva en pequeñas áreas, la producción es estacionaria, los rendimientos aún son considerados bajos, por el riesgo climático y biológico.

Ante la poca o casi nula información que se tiene actualmente en la Región Puno sobre el efecto de rizobacterias en el cultivo de quinua, y el efecto promotor del crecimiento vegetal, el presente proyecto plantea ensayar el efecto de las semillas peletizadas con rizobacterias en quinua, las cuales dependerán en su resultado de las condiciones naturales (heladas, riego por secano, radiación, temperatura), y que puedan mejorar la baja producción y sustituir en uso excesivo de fertilizantes sintéticos; este estudio se realizó en la estación experimental salcedo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), entidad que ha priorizado el tema en la solución de la problemática agropecuaria, y como tal sus resultados son coherentes con los objetivos de la investigación del sector agropecuario.

Actualmente, el sistema de la producción de la quinua en el altiplano de Puno, ante la necesidad de aumentar la oferta exportable se acerca más a una agricultura intensiva,

cuya característica principal es la de elevar la producción, por lo cual se hace uso de agroquímicos, fertilizantes y pesticidas. El excesivo uso de agroquímicos conllevaría a una desertificación y empobrecimiento de los suelos, prácticas que se pretenden evitar porque se promueve que la materia orgánica no se reponga naturalmente, lo cual conlleva a que la relación carbono-nitrógeno sea baja (Marcel y Laurence, 2006).

Por lo antes mencionado, el trabajo de investigación, pretende en investigar el efecto de las rizobacterias peletizadas sobre el crecimiento del cultivo orgánico de quinua, el cual estará libre del uso de agroquímicos, de esta manera mejorar la productividad al momento de la cosecha y una vez comprobada esta innovación, poder hacer la extensión hacia los productores y agricultores de quinua de la Región; así como en la producción de bio-inoculantes bacterianos; para hacer frente al cambio climático que aqueja hoy en día.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de rizobacterias en el crecimiento y rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad salcedo INIA y variedad Kcancolla.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de rizobacterias peletizadas sobre el crecimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad salcedo INIA y variedad kcancolla.
- Evaluar el efecto de rizobacterias peletizadas sobre el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad salcedo INIA y variedad Kcancolla.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Descripción de la planta de quinua

La quinua es un nutritivo pseudo cereal autóctono de los Andes, cuyo centro de origen se encuentra en alguno de los valles de la zona andina, habiéndose llegado a determinar que la mayor variabilidad de este cultivo se encuentra a orillas del lago Titicaca entre las repúblicas de Perú y Bolivia. Prospera bien en zonas cuya altitud se encuentra en una franja que va desde los 2 200 a 3 000 metros sobre el nivel del mar, con suelos franco limosos o franco arcillosos, pH de 6.3 – 7.3, y buen drenaje. Produce bien en áreas cuya temperatura oscila entre 9° a 16° C, pudiendo soportar heladas de – 5° C. La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas fuerza a la formación de la panoja y su maduración, lo que se traduce en bajos rendimientos. Precipitaciones anuales de 600 a 2 600 mm son las más apropiadas para el cultivo de la quinua. La mínima precipitación para obtener un buen rendimiento es de 400 mm (4 000 metros cúbicos distribuidos durante el ciclo de cultivo), observándose que es un cultivo capaz de soportar la sequía pero no en exceso. En alturas mayores a los 3 000 metros sobre el nivel del mar, la concentración de las lluvias afecta a este cultivo (Suquilanda, 2011).

2.1.2. Componentes nutritivos de los alimentos

Narrea (1976), señala que el valor nutritivo de los alimentos proporciona información acerca de la calidad de un alimento, siendo los más importantes los componentes químicos antes que los físicos; los componentes químicos se dividen en 5 grupos (proteínas, extracto eterico, carbohidratos, ceniza y humedad). Entonces, conocer el valor nutritivo de los alimentos es importante como indicador de la calidad de un alimento.

García (1968), realizo una comparación de los análisis nutritivos de los granos de trigo, maíz, quinua y cañihua; encontrando elevado contenido de proteínas en la quinua, además que posee aminoácidos esenciales como: Lisina, Arginina, Triptófano, etc.

2.1.2.1. Proteína de quinua

El grano de quinua contiene de 14 a 20% de proteínas, grasa 5.7 a 11.3% y fibra 2.7 a 4.2%, lo cual es mayor al del trigo de 8.6% de proteína, grasa 1.5% y fibra 1.99%. Las proteínas de quinua presentan una proporción de aminoácidos muy balanceada que la de los cereales especialmente en lisina, histidina, y metionina, que le proporciona una alta calidad biológica. Se define como “proteínas de alta calidad” aquellas originadas en aminoácidos “balanceados”, es decir en alimentos que contienen los aminoácidos básicos completos y especialmente ricos en lisina (que es fundamental para el desarrollo humano), por esta misma razón el maíz, trigo y la avena son considerados “cereales balanceados”. Las proteínas están formadas por albúminas y globulinas, principalmente. El bajo contenido en prolaminas y glutelinas hace que la quinua no tenga gluten. La carencia de gluten limita a la harina de quinua en la panificación, pero es de gran utilidad en la dieta de personas sensibles a la presencia de gluten que ocasiona afecciones y lesiones intestinales (Apaza y Delgado, 2005).

Tabla 1. Valor nutritivo en variedades de quinua y trigo

Componentes	Blanca de Juli	Kancolla	Salcedo INIA	Pasankalla	Chullpi	Trigo
Humedad %	7.71	8.09	7.94	7.49	7.69	2.47
Cenizas %	2.81	2.58	2.36	3.61	3.30	1.20
Proteína %	14.73	14.73	14.49	17.41	20.80	8.60
Grasa %	5.79	6.89	8.08	11.35	6.10	1.50
Fibra %	3.50	3.29	3.34	4.29	2.78	1.99
Carbohidratos %	65.45	64.41	63.78	55.84	59.37	84.13
Energía (Kcal/100g)	396.2	402.10	409.4	419.8	401.3	382.9

Fuente. Laboratorio EE. Illpa-INIA; 2004.

Tabla 2. Composición de las semillas de quinua (en 100 g de semillas frescas)

Proteína	12.6
Grasas	4 a 9
Carbohidratos	59.7
Fibra	4.1
Ceniza	3.3
Humedad	12.6
Lisina	0.88
Metionina	0.42

Fuente: Suquilanda (2011).

2.1.3. Taxonomía

La quinua fue descrita por el científico Alemán Luis Christian Willdenow en su obra “Especies Plantarúm” en 1978. Bailón (1999).

Reino	:	Vegetal
Sub Reino	:	Phanerogamae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotyledoneae
Sub clase	:	Archychlamydeae
Orden	:	Centrospermales
Familia	:	Chenopodiaceae
Género	:	Chenopodium
Sección	:	Chenopodia
Subsección	:	Cellulata
Especie	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.

2.1.4. Fenología del cultivo

La duración de las fases fenológicas depende mucho de los factores medio ambientales que se presenten en cada campaña agrícola, por ejemplo; si se presenta precipitación pluvial larga de 4 meses continuos (enero, febrero, marzo y abril), sin presentar veranillos las fases fenológicas se alargan, por lo tanto el periodo vegetativo es largo y el rendimiento disminuye. Cuando hay presencia de veranillos sin heladas, la duración de las fases fenológicas se acorta y el periodo vegetativo también es corto y el rendimiento es óptimo. También influye la duración de la humedad del suelo, por ejemplo, en un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto contenido de humedad en el suelo o alta capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario. Mujica *et al.* (2001) señalan las siguientes fases fenológicas de la quinua:

a) Emergencia

Es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto depende de la humedad del suelo; si el suelo está húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra. En esta fase la planta puede resistir a la falta de agua, siempre dependiendo del tipo de suelo; si el suelo es franco-arcilloso. Si el suelo es franco-

arenoso, puede resistir aproximadamente, hasta 7 días. También la resistencia depende mucho, del tipo de siembra; si es al voleo sin hacer surco, no resistirá a la sequía; si se siembra también al voleo, pero dentro del surco, podrá resistir a la sequía.

b) Dos hojas verdaderas

Es cuando se observan dos hojas verdaderas, extendidas que ya poseen forma lanceolada y se encuentra en la yema apical el siguiente par de hojas, ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces. En esta fase la planta también es resistente a la falta de agua, pueden soportar de 10 a 14 días sin agua, siempre dependiendo de los factores ya mencionados en la emergencia.

c) Cuatro hojas verdaderas

Se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía.

d) Seis hojas verdaderas.

En esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas al anochecer.

e) Ramificación

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre aproximadamente a 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporte y fertilización complementaria, en esta fase la parte más sensible a las bajas temperaturas y heladas no es el ápice sino por debajo de esta.

f) Inicio de panojamiento

La inflorescencia se nota que está emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo; así como engrosamiento.

g) Panojamiento

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que lo conforman; así mismo se puede observar en los glomérulos en la base los botones florales individuales, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra.

h) Inicio de floración

Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir a los 75 a 80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía con helada; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por es perigonio de un color verde limón.

i) Floración o antesis

Se considera a esta floración cuando el 50% de las flores de la inflorescencia de las panojas se encuentran abiertas, puede ocurrir aproximadamente a los 90 a 80 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas y granizadas, debe observarse la floración a medio día cuando hay intensa luminosidad solar, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentra cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente, se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38°C se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas. Cuando hay presencia de veranillos o sequías de 10 a 15 días de duración en esta fase es beneficioso para una buena polinización; cruzada o autopolinizada, siempre en cuanto no haya presencia de heladas.

j) Grano acuoso

El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido acuoso, lo que ocurre de los 100 a 110 días de la siembra.

k) Grano lechoso

El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, aproximadamente ocurre a los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyéndolo drásticamente el llenado de grano (en suelos franco-arenoso), pero en suelos franco arcilloso es normal.

l) Grano pastoso

El estado de grano pastoso es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, puede ocurrir aproximadamente a los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque, de Kcona-kcona (*Eurysacca quinoa*) y aves (gorriones, palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano. En esta fase ya no son necesarias las precipitaciones pluviales (lluvia).

m) Madurez fisiológica

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, aproximadamente ocurre a los 160 a 180 días a más después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano. (Anexo 1 y 2).

2.1.5. Requerimientos del cultivo**2.1.5.1. Suelo y clima**

En lo referente al suelo la quinua prefiere de un suelo franco arenoso a franco arcilloso, con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedia y un contenido

medio de nutrientes, puesto que la planta depende de los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente papa. La quinua se adapta bien a diferentes tipos de suelos. Las condiciones climáticas y el suelo tienen influencias muy marcadas en la producción y productividad de la quinua. El clima está determinado por una serie de factores tales como altitud, precipitación, temperatura, latitud, vientos, iluminación, etc. Dado a su cultivo en zonas marginales de los andes altos, la quinua se enfrenta con altos riesgos ambientales como heladas, sequías prolongadas, granizo, vientos fuertes, suelos pobres y ácidos (León, 2003).

2.1.5.2. Suelo y pH

La quinua prospera bien en zonas cuya altitud se encuentra en una franja que va desde los 2 200 a 3 000 metros sobre el nivel del mar, con suelos franco limosos o franco arcillosos, pH de 6.3 – 7.3 y buen drenaje (Suquilanda, 2011).

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo de 6.5-8.5, y con 12 mhos/cm. de C.E (León, 2003). Se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4.5 de pH. Es estudios efectuados indican que el pH de suelo alrededor de la neutralidad son ideales para la quinua (Mujica *et al*, 2013).

2.1.6. Características de las variedades utilizadas

2.1.6.1. Salcedo – INIA

El lugar y año de liberación fue en la región de puno en 1995, el método de mejoramiento cruza de las variedades Real Boliviana x Sajama en puno. La variedad Salcedo INIA tiene una buena adaptación en la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano entre los 3800 y 3950 msnm, con clima semi seco frio, precipitación pluvial de 400 a 560 mm, con temperaturas de 6° a 17°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 7,8. Valles Interandinos y Costa de 640 a 1314 msnm, temperatura máxima de 24 a 25° C en suelos de textura arenosa. La semilla de la variedad Salcedo – INIA es de 99 % de pureza, tiene un buen poder germinativo de 98.5 % y con valor cultural de 97.5 %; lo que demuestra que se trata de una buena semilla apta para la siembra; grano blanco y dulce es decir no requiere un lavado exigente,

panoja generalmente glomerulada, resistente a las heladas y al “mildiu”, rendimiento promedio de 2500 kg/ha, requiere de una textura de suelo de franco arenoso y un rango de pH de 5.5 a 7.8. (Apaza *et al.*, 2006).

2.1.6.2. Kcancolla

Obtenido por la selección masal de ecotipos de Cabanillas (Puno), grano mediano de 1.6 a 1.9mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 Kg./ha, tolerancia intermedia al mildiu, muy atacado por la kcona kcona (*Eurysacca quinoa* Povof.), recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro (León, 2003).

2.1.7. Rizobacterias

Kloepper (1994) manifiesta que, las bacterias que colonizan la raíz y su zona de influencia (suelo rizosferico) son denominados rizobacterias. Las rizobacterias beneficiosas conocidas en la literatura con el acrónimo PGPR (del inglés Plant Growth Promoting Rhizobacteria) desempeñan funciones claves para la planta tales como:

- (i) control biológico de los patógenos mediante efectos antagónicos o de inducción de resistencia sistémica (Van Loon *et al.*, 1998).
- (ii) incremento de la biodisponibilidad de elementos minerales como por ejemplo la solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno (Van Loon *et al.*, 1998).
- (iii) la Fitoestimulación al propiciar la emergencia o el enraizamiento (Van Loon *et al.*, 1998).

La Fitoestimulación provocada por la inoculación de PGPR ocurre por varios mecanismos. Uno de ellos se basa en la síntesis de sustancias reguladoras de crecimiento, como giberelinas, citoquininas y auxinas, las cuales estimulan la densidad y longitud de los pelos radicales lo que incrementa a su vez la capacidad de absorción de agua y nutrientes y permite que las plantas sean más vigorosas, productivas y tolerantes a condiciones climáticas adversas, como la sequía. La literatura científica que escribe tales actividades es amplia (Kloepper *et al.*, 1991; Hass *et al.*, 1991; Glik., 1995; Van de Broek y Vanderleyden, 1995; Bashan y Holguin, 1998; Gamalero *et al.*, 2004).

Las PGPR están asociadas a muchos tipos de plantas y se encuentran comúnmente presentes en diversos ambientes. Algunas rizobacterias colonizan la superficie de la raíz y la interfase del suelo subsiguiente; algunas otras pueden tener características endófitas en raíz, vástago, hojas, tubérculos y otros órganos (Compant *et al.*, 2005). Las PGPR deben cumplir tres características intrínsecas: (i) ser capaces de colonizar la raíz y/o su zona de influencia; (ii) sobrevivir y multiplicarse en los micro-habitad asociados a la superficie para ejercer de forma efectiva su actividad promotora de crecimiento y (iii) estimular el crecimiento vegetal (Kloepper, 1994).

En el proceso de colonización de la raíz o rizosfera la bacteria es atraída por quimiotaxis basada en compuestos presentes en los exudados radicales, para posteriormente unirse a la superficie radical. Algunas bacterias como por ejemplo *Azospirillum* spp., pueden incluso llegar a penetrar en la raíz y colonizar los espacios intercelulares, aunque no forman estructuras especializadas como ocurre en el caso de la asociación *Rhizobium-Leguminosa*. Dentro de este grupo se encuentra especies pertenecientes a los géneros *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Acetobacter*, *Burkholderia* y *Bacillus* para posteriormente unirse es microorganismos promotores de crecimiento de plantas son conocidos como PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) (Kloepper *et al.*, 1989; Bashan y Levanony, 1990).

Mecanismos indirectos:

Los metabolitos producidos por las PGPR pueden funcionar como determinantes antagónicos, involucran aspectos de control biológico, suprimen o inhiben el crecimiento de micro organismos perjudiciales para el desarrollo de la planta, vía producción de sideroforos antibióticos, acción de encimas líticas o inducción de mecanismos de resistencia (Oliva y Gómez, 2016).

Mecanismos directos:

Ocurren cuando los metabolitos producidos por algunas cepas de rizo bacterias son utilizados como reguladores de crecimiento o precursores de estos por parte de la planta (Glick, 1995). La conjunción de ambos mecanismos de acción han dado como resultado la promoción evidente del crecimiento de las plantas observándose un crecimiento en la

emergencia, el vigor y el peso un mayor desarrollo en sistemas radicales y un incremento hasta el 30% en la producción de cultivos de interés comercial, tales como papa, rábano, trigo y soja. (Dashti *et al.*, 1997).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Adaptación: Acondicionamiento de un organismo o sistema a situaciones diferentes de aquellas en las que ha funcionado últimamente. A veces presenta cambios muy notables durante la adaptación.

Aporque: Labor cultural, que se realiza con la finalidad de dar soporte, aireación y conservación de agua a las plantas.

Bacterias: Son organismos unicelulares microscópicos, los cuales pueden ser benéficos o perjudiciales. Benéficas como las del género *Rhizobium*, que aumenten la fertilidad del suelo aportando Nitrógeno atmosférico al suelo y perjudiciales como la mancha bacteriana del género *Pseudomonas*.

Cepa: Grupo de organismos emparentados, como las bacterias, los hongos o los virus, cuya ascendencia común es conocida.

Crecimiento: Las plantas son organismos modulares. Esto implica que su crecimiento ocurre mediante la repetición de módulos. Cada módulo consiste en una hoja con una yema axilar y el punto en donde se insertan las hojas son llamados nodos. Entre nodo y nodo hay un internodo. De esta forma, el crecimiento de las plantas consiste en la repetición de este patrón y en la expresión de las yemas axilares en apéndices reproductivos (flores) o vegetativos (ramas). El crecimiento en longitud y grosor se da gracias a la acción de los meristemas.

Chenopodium: Género que proviene de dos voces chen = ganso y Pous = pata. Esta clasificación se basa, en la forma de la hoja; que tiene la forma de la pata de un ganso.

Cosecha: Temporada en que se recogen los frutos, tubérculos, bulbos, tallos, hojas, etc.

Cultivo: Se denomina así a la planta que se cultiva, dándole las mejores condiciones requeridas por cada cultivo, para después cosechar.

Densidad de siembra: Es la cantidad adecuada de semilla que se aplica a una determinada área de cultivo.

Desahije o Raleo: Es la eliminación de plantas que están por demás.

Deshierbo: Es la eliminación de plantas que no reúnen las características del cultivo.

Desterronado: Deshacer los terrones.

Diámetro: Línea recta imaginaria que pasa por centro de una cosa u objeto y termina por ambos extremos en la circunferencia.

Época de siembra: Momento de siembra, de acuerdo a las condiciones favorables del medio ambiente, variedad, precocidad, etc.

Factores medio ambientales: Son los que contribuyen a causar efectos en las plantas, animales u cosas.

Fases fenológicas: Es la duración determinada por, distintas fases o periodos que presenta cada cultivo o planta; en el caso del cultivo de quinua, se da desde la emergencia, hasta la madurez fisiológica.

Inoculación: Un inoculante es un concentrado de bacterias específicas, que aplicado convenientemente a la semilla poco antes de su sembrado, mejora el desarrollo del cultivo. Su empleo es una práctica agronómica reconocida en el mundo por sus beneficios productivos y económicos (principalmente en gramíneas y leguminosas), a tal punto que desde hace algunas décadas se lleva a cabo en países de los cinco continentes (México, Holanda, Brasil, Japón, Bulgaria, Colombia, Australia, Canadá, Estados Unidos, República Checa, Argentina, etc.).

Labores culturales: Actividades que se desarrolla durante épocas determinadas a favor de la planta para que haya mayor control de malezas, plagas, enfermedades y mayor rendimiento.

Morfológico: Rama de la biología que estudia las relaciones estructurales de distintos órganos y organismos.

PGPR: Rizobacterías promotoras de crecimiento de plantas (Plant Growth Promoting Rhizobacteria).

Panoja: Conjunto de espigas que nacen de un eje o pedúnculo común.

Pericarpio: Parte exterior del fruto de las plantas que cubre las semillas.

Peletizado: Es el revestimiento de las semillas para proteger del medio ambiente al inoculo aplicado sobre la semilla, esta práctica se recomienda cuando el cultivo se va a instalar en suelos ácidos.

Pericarpio: Parte exterior del fruto de las plantas que cubre las semillas.

Perisperma: Es una de las partes de la semilla, parte de la nucela que se conserva y se convierte en tejido de reserva.

Precoces: Se dice a cultivos que producen en menor espacio de tiempo.

Rendimiento: Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (T.M. /ha.).

Raíz pivotante: Forma de raíz; también conocido como axonomorfo, el cual presenta un eje o raíz principal con presencia de raíces secundarias poco desarrolladas.

Rastrado: Viene de rastrar; que consiste en desmenuzar terrones formados en la roturación.

Tardías: Se denomina así a plantas que demoran en fructificar.

Variedad: En plantas, el término variedad tiene una definición botánica y una legal, en botánica y agronomía, la variedad es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie. Es un rango taxonómico por debajo de la subespecie y por encima de la forma. Hay variedades que son poblaciones silvestres y hay variedades cultivadas, y están reguladas por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

Zona agroecológica: Parte de donde se práctica la agricultura. Cada zona agroecológica es variable en cuanto a factores abióticos.

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

Las plantas de quinua inoculadas con rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas (PGPR) muestran mayor crecimiento y rendimiento en comparación con las plantas no inoculadas con PGPR en el cultivo de quinua.

2.3.2. Hipótesis específica:

- Las PGPRs inoculadas en forma de pelet tendrían mayor capacidad en la promoción de crecimiento en comparación con las no inoculadas.
- Los granos de quinua cosechados de las plantas inoculadas con PGPR tienen mayor rendimiento.

CAPITULO III

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIAL VEGETAL

Para las diferentes pruebas se utilizaron semillas de las variedades de Salcedo-INIA y Kcancolla, provenientes de INIA – Puno de la campaña agrícola 2012– 2013 la cuales fueron incorporadas con cepas y posteriormente peletizadas. Estas semillas fueron proporcionadas por el laboratorio de ecología microbiana y biotecnología” “Marino Tabusso” Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). El cual está incursionando en la elaboración de biotecnología en el cultivo de quinua. Las parcelas contaron con un total de 5 surcos por parcela; En las cuales se distribuyeron las semillas uniformemente, la cantidad de semilla para cada parcela fue de 12 gramos.

3.2. CEPAS DE RIZOBACTERIAS

- Cepa 1 : *Pseudomona* sp (C32)
- Cepas 2 : *Rhizobium* sp + *Actinomyces* sp (AC4+RH27)

3.3. TRATAMIENTOS

T1= Semilla sin peletizar (testigo).

T2= Semilla peletizada sin microorganismos (pellet sin microorganismo)

T3= Semilla peletizada incorporando dos cepas (AC4 + RH27)

T4= Semilla peletizada incorporando la cepa (C32).

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Preparación del terreno

a) Roturado

La roturación se realizó una semana antes de la instalación del experimento con la finalidad de eliminar patógenos que se alojen en el suelo esta labor se realizó con implementos agrícolas; un tractor provisto discos.

b) Surcado

El surcado se efectuó con un tractor dotado con una surcadora de tres dientes, a una profundidad de 15 cm y un distanciamiento de 60 cm entre surcos.

c) Trazado

El trazado del terreno se realizó con ayuda de una cinta métrica, para obtener el ángulo recto, se manipulo dicha cinta con las siguientes medidas: tres, cuatro y cinco metros consecutivamente; cada parcela tuvo las siguientes dimensiones:

Tamaño de parcela: 3m x 4m.

Ancho de calle entre parcelas: 50 cm.

3.4.2. Siembra

La siembra de las variedades se efectuó el mismo día del surcado, para evitar la pérdida de humedad en el suelo; la distribución de las parcelas fue aleatoriamente, las semillas utilizadas en la siembra tuvieron los tratamientos mencionados en el punto 3.4.

Estos tratamientos se colocaron en una bolsa, posteriormente se mezcló las muestras y se sacaron al azar y se colocaron en el campo, una vez que cada muestra asumió un lugar dentro del terreno se procedió a sembrar; las muestras que contuvieron las cepas fueron sembradas con ayuda de guantes quirúrgicos (un par para cada tratamiento) con la finalidad de mantener la asepsia al momento de la siembra.

Cada una de las parcelas conto con un total de 5 surcos, en las cuales se distribuyeron las semillas uniformemente, la cantidad de semilla para cada parcela fue de 12 gramos las cuales ya vinieron pesadas y rotuladas, por el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología” “Marino Tabusso” Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

3.4.3. Reinoculación de rizobacterias en campo

Se realizaron dos reinoculaciones; la primera fue un mes y medio después de la siembra la siguiente fue después de tres meses posteriores a la siembra, para las cuales se siguió el siguiente protocolo de reinoculación:

Materiales:

- 16 bolsas ziploc de 5 ml cada inóculo con una concentración de 10^8 ufc.ml⁻¹ por bolsa de ziploc; 8 bolsas para la variedad Salcedo INIA y 8 bolsas para la variedad Kcancolla.

- 8 Botellas de 2L.
- Agua potable.
- Guantes quirúrgicos.

Metodología:

1. Para las semillas peletizadas con la cepa *Pseudomona* sp. C32: tratamiento 4.
Separamos 8 bolsas ziploc de esta cepa, cuatro sirvieron para la variedad salcedo INIA y las otras cuatro para la variedad kcancolla.
Rotulamos las ocho botellas, identificando la variedad a la cual correspondió agregamos un litro de agua a cada botella y colocamos con cuidado el contenido de las bolsas en la botella agitamos fuertemente la botella de tal forma que el inóculo se homogenizo. Luego agregamos un litro más de agua y homogenizamos nuevamente.
2. Para las semillas peletizadas con las cepas de *Actinomyces* sp. AC4. + *Rhizobium* sp RH27:
Separamos 8 bolsas ziploc de estas cepas, cuatro sirvieron para la variedad salcedo INIA y las otras cuatro para la variedad kcancolla.
Rotulamos las ocho botellas, identificando la variedad a la cual correspondió agregamos un litro de agua a cada botella y colocamos con cuidado el contenido de las bolsas en la botella agitamos fuertemente la botella de tal forma que el inóculo se homogenizo. Luego agregamos un litro más de agua y homogenizamos nuevamente.
3. Llevamos las botellas a campo y rociamos el contenido uniformemente alrededor del cuello de las plantas. Este procedimiento se realizó haciéndole un agujero a la tapa de la botella.
4. Consideraciones que se tomaron en cuenta:
 - Se realizó la mezcla de los inóculos con el agua el mismo día de la reinoculación.
 - Usamos guantes para el proceso de la reinoculación.

3.4.4. Plagas y enfermedades

La incidencia de plagas y enfermedades, en el desarrollo del cultivo fueron mínimas, con un ataque leve, llegando a no influir en el desarrollo de las plantas.

Dentro de las plagas se observó la presencia de kcona kcona (*Eurysacca melanocampta* y *Eurysacca quinoae*) y la enfermedad observada fue: Mildiu (*Peronospora farinosa*).

3.4.5. Deshierbo:

Se realizó en dos oportunidades, la primera se realizó al primer mes después de la siembra; el segundo deshierbo se hizo tres meses después de la siembra para eliminar malezas y plantas atípicas puesto que transcurrido este tiempo se puede diferenciar las variedades claramente, las malezas encontradas en el campo fueron:

- *Bidens pilosa* Amor seco o chiriro
- *Erodium cicutarium* Auja auja
- *Malvastrum sp* Malva kora
- *Brassica campestris* Navo silvestre
- *Pennisetum clandestinum* Kikuyo.

3.4.6. Cosecha

La cosecha se efectuó a los seis meses, después de la siembra a mediados del mes de mayo aproximadamente, cuando se vio que el cultivo alcanzo el estado de grano pastoso; el número de muestras por parcelas fueron los tres surcos centrales.

Una vez que se extrajo las muestras se dejó secar las plantas de quinua en un invernadero para evitar que las aves, reduzcan el rendimiento para poder extraer las semillas de quinua y poder hacer el pesaje correspondiente.

3.4.7. Cosecha

Esta se realizó una vez que las plantas hayan alcanzado su madurez fisiológica y estas se reconocen cuando las hojas inferiores se forman amarillentas y caedizas dando un aspecto característico a toda la planta, así mismo el grano al ser presionado con las uñas presento resistencia, la cosecha tuvo las siguientes fases:

a) Siega o corte

Se efectuó con el uso de segadora u hoz; la siega o corte se consumó cuando la planta llegó a su madurez fisiológica; para evitar pérdidas por el desgrane, en horas de la mañana (de 6:00 a 11:00 a.m.), para evitar la caída de los granos secos. Solo se extrajo

los tres surcos centrales de cada parcela, los cuales fueron llevados a un invernadero para su secado y nos sea más fácil la extracción de los granos de quinua. (Anexo 21).

b) Parvas o parvines

Las muestras extraídas de cada parcela se las llevó al invernadero para formar parvas o parvines; los parvines se efectúan colocando las quinuas en posición vertical con la panoja en la parte superior y apoyadas entre ellas todo esto para lograr una mayor uniformidad en la maduración del grano y el oreado de las panojas, facilitando la trilla (desgrane), luego para evitar que las lluvias, nevadas o granizadas, malogren las panojas, hasta el momento de la garroteo.

c) Golpeo o garroteo

Cuando las muestras extraídas ya se encontraban listas para realizar el trillado manual, se trasladaron a un lugar especial donde el suelo fue apisonado y cubierto de mantas, toladeras, en seguida se dispone las panojas adecuadamente para proceder al golpeo o garroteo. (Anexo 22).

d) Zarandeo

Esta labor se efectuó después del garroteo para separar los granos del kiri (tallos enteros grandes y pequeños) jipi (hojas, restos de la panoja, inflorescencias, flores, y perigonio).

e) Limpieza

Después de la garroteo, fue necesario realizar el venteo o limpieza para eliminar los residuos finos que está conformado por los: perigonios, hojas, tallos, inflorescencias y flores. Esta labor se realizó en horas de la tarde, donde el viento es más fuerte y continuo.

3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar, dentro de cada bloque las unidades experimentales (UE) son asignadas aleatoriamente, cada tratamiento ocurre exactamente una vez en un bloque con 4 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales; en cada una de las variedades.

3.6. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

3.6.1. Crecimiento:

Altura de planta: Se midió desde el cuello de la planta al extremo más alto de la misma cuando las plantas se encontraban en la fase fenológica de floración.

La extracción de muestras fue de cinco plantas elegidas al azar con el distanciamiento que se muestran en la figura 1, las muestras tuvieron el mismo carácter de extracción para ambas variedades de quinua.

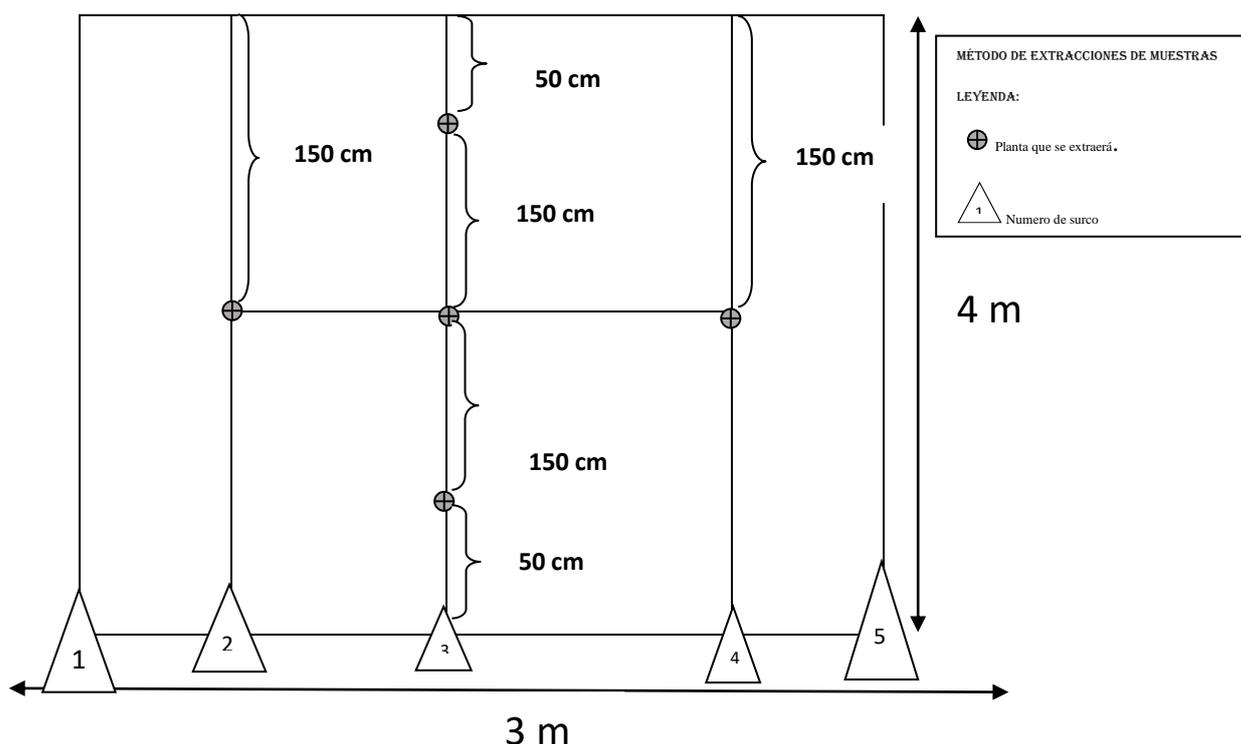


Figura 1. Extracción de muestras por parcela

3.6.2. Rendimiento

Peso de grano: Se cosecharon todas las plantas de los tres surcos centrales de cada parcela, las plantas se encontraban en el estado fenológico de maduras fisiológica cuya característica es la de presentar resistencia a la penetración, posterior a esto se llevó las muestras al invernadero se formó parvines, se dejó secar las muestras una semana, semana en la cual los granos ya secos estaban listos para el garroteo o trillado manual.

Rendimiento de grano seco por hectárea: se determinó con la siguiente formula:

$$Kg\ ha = \frac{\text{peso parcela util} * 10000m^2}{\text{area de parcela util m}^2}$$

Donde:

Peso parcela útil es igual a kg de parcela de 12 m²

Área parcela útil es igual a parcela del experimento de 12 m²

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

4.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

4.1.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en la localidad de Salcedo en el Instituto Nacional de Innovación Agraria Salcedo INIA – Puno.

Ubicación política

- Región : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Puno

4.1.2. Ubicación geográfica

Ubicada entre las coordenadas geográficas

- Latitud sur :15°52'52"
- Longitud oeste :70°00'08"
- Altitud :3820 m.s.n.m.

4.1.3. Duración del proyecto

- Fecha de inicio : 29 de setiembre del 2014
- Fecha de finalización : marzo del 2015
- Duración probable : 6 meses.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

4.2.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en la localidad de Salcedo en el Instituto Nacional de Innovación Agraria, Salcedo INIA – Puno.



Figura 2. Vista satelital de área de implementación del trabajo de investigación.

4.3. HISTORIA DEL MEDIO EXPERIMENTAL

El suelo experimental para esta campaña agrícola, fue un terreno en donde se respetaba la rotación de cultivo, a continuación presentamos la relación del campo con anterioridad a la campaña agrícola:

- 2010 – 2011: cultivo de avena
- 2012 – 2103: papa
- 2014 – 2015: establecimiento del proyecto de investigación.

4.4. CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA

- Departamento : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Puno
- Latitud : 15° 49' 24"

- Longitud : 70° 1' 5"
- Altitud : 3840

En la tabla 3 y figura 3, se ve los registros de temperatura y precipitación pluvial. En temperatura se observa que la mayor temperatura máxima se dio en el mes de noviembre con 16.6 °C, la menor temperatura mínima fue en el mes de febrero con -6.9°C, la mayor temperatura media fue en el mes de diciembre con 11.2 °C y la menor temperatura media en el mes de febrero con 7.3°C.

Tabla 3. Temperatura correspondiente a la campaña agrícola 2014 – 2015, Puno.

mes/año	Temperatura promedio (°C)			Precipitación pluvial (mm)
	Media	Máxima	Mínima	
Setiembre	9	14.3	4.5	2.14
Octubre	10.3	15	5.4	1.34
Noviembre	8.5	16.6	-6.6	1.07
Diciembre	11.2	16.3	6.9	2.11
Enero	8.1	14	-6.5	2.81
Febrero	7.3	14.6	-6.9	2.5
Marzo	10.3	14.4	6.4	5.83
Abril	4.8	13.5	-6.4	1.82

Fuente: SENAMHI, Puno. 2016.

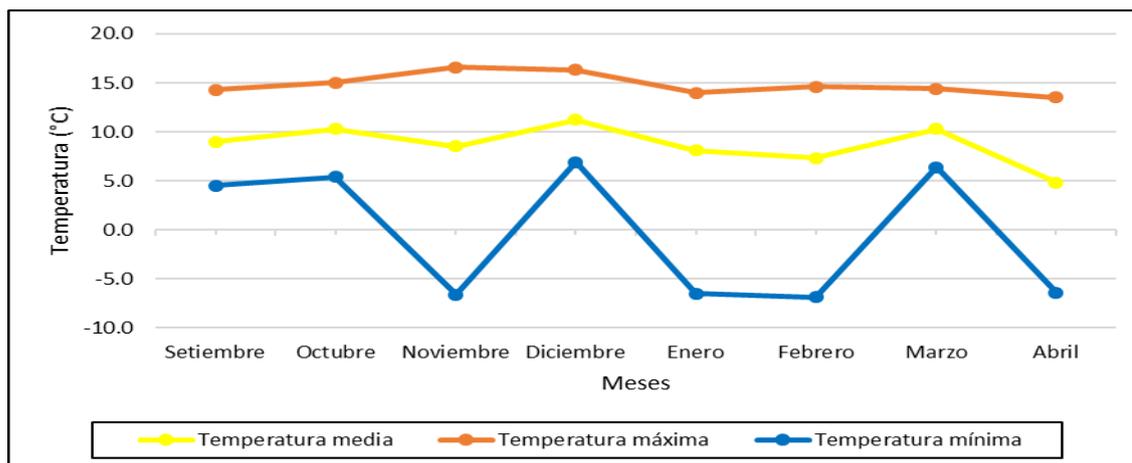


Figura 1. Registro de temperaturas máxima, mínima y media (2014-2015). SENAMHI, Puno.

En la figura 4, se observa el registro de precipitación pluvial, la mayor precipitación pluvial se dio en el mes de marzo con 5.83 mm, seguido del mes de enero con 2.81 mm, la menor precipitación pluvial fue en el mes de noviembre con 1.07 mm.

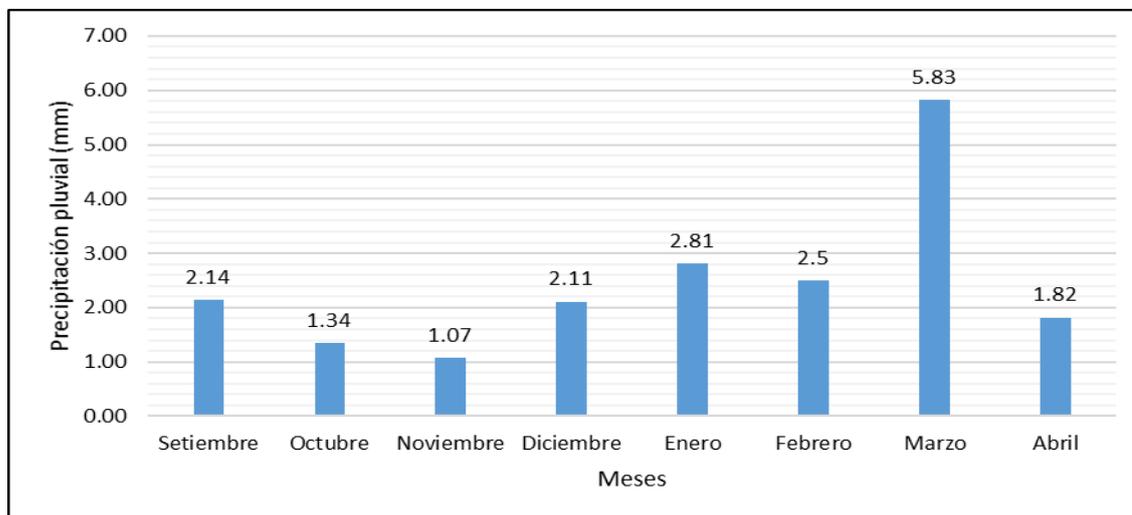


Figura 2. Registro de precipitación pluvial (2014-2015). SENAMHI, Puno.

CAPITULO V
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. EFECTO DE RIZOBACTERIAS PELETIZADAS SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA QUINUA VARIEDAD SALCEDO INIA Y VARIEDAD KCANCOLLA

5.1.1. Altura de planta

a) Salcedo INIA

En la tabla 4, se observa el análisis de varianza para altura de planta en la variedad de quinua Salcedo INIA, en los bloques existe diferencia estadística altamente significativa, mostrando que entre los bloques la altura de planta fue diferente, que contiene controlada la variación experimental. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que todos los tratamientos son diferentes entre sí en altura de planta. Además, el coeficiente de variación es igual a 4.50% revela que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	2337.502100	779.167367	16.33	3.86	6.99	**	0.0006
Tratamientos	3	588.070700	196.023567	4.11	3.86	6.99	*	0.0431
Error experimental	9	429.411900	47.712433					
Total correcto	15	3354.984700						

CV= 4.50%. Promedio general. = 153.60 cm.

En la tabla 5 y figura 5, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre altura de planta, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo la mayor altura de planta con 162.70 cm, seguido de los tratamientos T4=C32 con 154.52 cm y T1=Control sin peletizar con 151.1 cm, los cuales estadísticamente son similares entre sí. En último lugar se ubica el tratamiento T2=Control peletizado con 146.02 cm.

Tabla 5. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre altura de planta, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	162.70	A
2	T4=C32	154.52	a b
3	T1=Control sin peletizar	151.17	a b
4	T2=Control peletizado	146.02	b

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

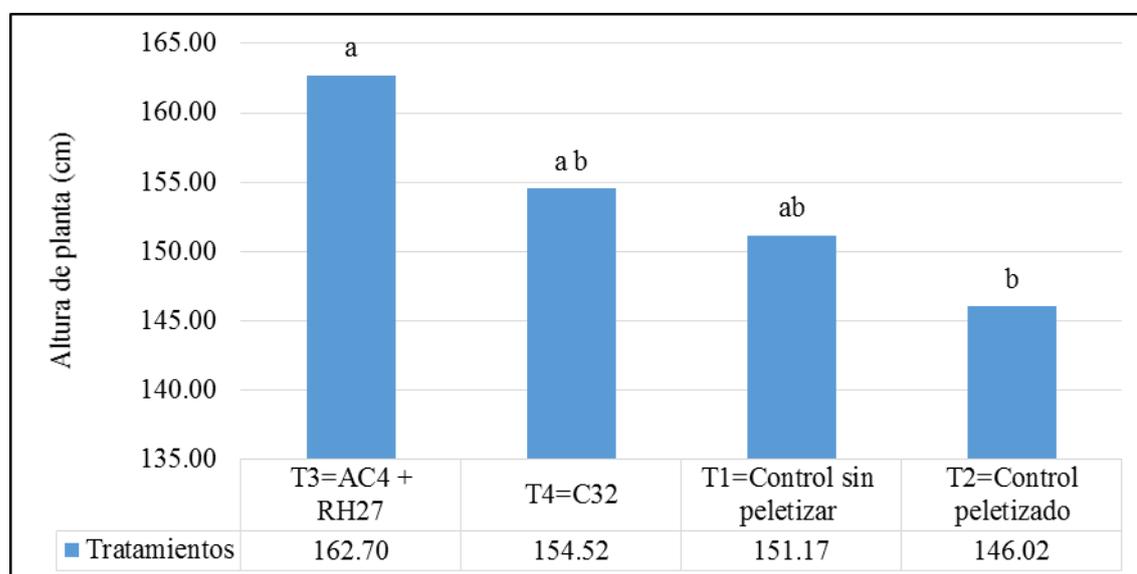


Figura 3. Altura de planta por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

b) Kcancolla

En la tabla 6, se observa el análisis de varianza para altura de planta en la variedad de quinua Kcancolla, en donde para los bloques existe diferencia estadística altamente significativa, mostrando que entre los bloques la altura de planta fue diferente. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que todos los tratamientos son diferentes entre sí en altura de planta. Además, el coeficiente de

variación igual al 4.32% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	1467.595400	489.198467	15.26	3.86	6.99	**	0.0007
Tratamientos	3	393.781400	131.260467	4.10	3.86	6.99	*	0.0434
Error experimental	9	288.444000	32.049333					
Total correcto	15	2149.820800						

CV= 4.32%. Prom. gral. = 131.12 cm.

En la tabla 7 y figura 6, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre altura de planta, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo la mayor altura de planta con 136.62 cm, seguido de los tratamientos T4=C32 con 135.50 cm, los cuales estadísticamente son similares. El tratamiento T1=Control sin peletizar tuvo 126.58 cm y en último lugar se ubica el tratamiento T2=Control peletizado con 125.79 cm.

Tabla 7. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	136.62	A
2	T4=C32	135.50	a b
3	T1=Control sin peletizar	126.58	b c
4	T2=Control peletizado	125.79	C

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

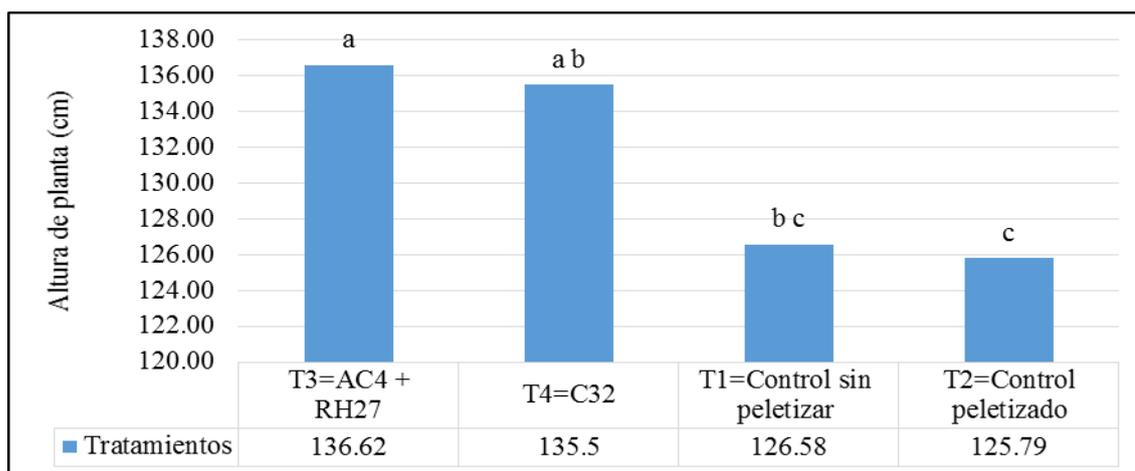


Figura 4. Altura de planta por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

5.1.2. Número de hojas

a) Salcedo INIA

En la tabla 8, se observa el análisis de varianza para número de hojas en la variedad de quinua Salcedo INIA, en donde para los bloques existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los bloques el número de hojas fue diferente. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que uno de los tratamientos es diferente al resto de los tratamientos o todos los tratamientos son diferentes entre sí en número de hojas. Además, el coeficiente de variación igual al 9.27% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 8. Análisis de varianza para número de hojas en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	3695.547500	1231.849167	4.03	3.86	6.99	*	0.0452
Tratamientos	3	3599.227500	1199.742500	3.92	3.86	6.99	*	0.0481
Error experimental	9	2751.46250	305.71806					
Total correcto	15	10046.23750						

CV= 9.27%. Prom. gral. = 188.71 hojas.

En la tabla 9 y figura 7, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre número de hojas, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo mayor número de hojas con 211.50, seguido del tratamiento T2=Control peletizado con 191.75 hojas, los cuales estadísticamente son similares ente sí. Mientras que los tratamientos T4=C32 tuvo 180.15 hojas, y en último lugar se ubica el tratamiento T1= Control sin peletizar con 171.45 hojas.

Tabla 9. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre número de hojas, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo..

Orden de mérito	Tratamientos	Número de hojas (N°)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	211.50	a
2	T2=Control peletizado	191.75	a b
3	T4=C32	180.15	b
4	T1=Control sin peletizar	171.45	b

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

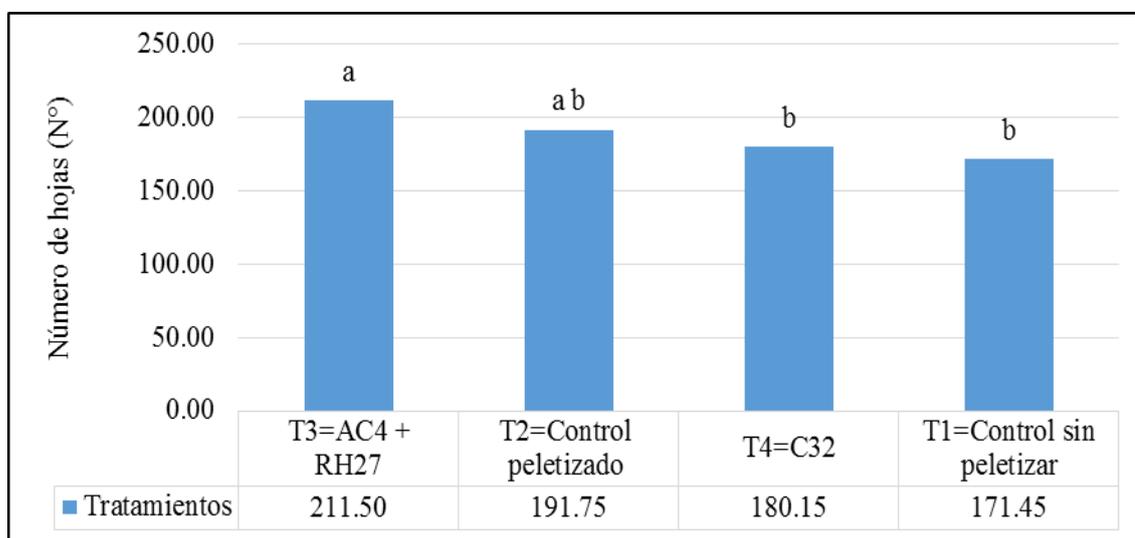


Figura 5. Número de hojas por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

b) Kcancolla

En la tabla 10, se observa el análisis de varianza para número de hojas en la variedad de quinua Kcancolla, en donde para los bloques existe diferencia estadística altamente significativa, mostrando que entre los bloques el número de hojas fue diferente. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que uno de los tratamientos es diferente al resto de los tratamientos o todos los tratamientos son diferentes entre sí en número de hojas. Además, el coeficiente de variación igual al 6.18% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 10. Análisis de varianza para número de hojas en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	1497.090000	499.030000	11.70	3.86	6.99	**	0.0019
Tratamientos	3	608.370000	202.790000	4.75	3.86	6.99	*	0.0298
Error experimental	9	383.890000	42.654444					
Total correcto	15	2489.350000						

CV= 6.18%. Prom. gral. = 105.73 hojas.

En la tabla 11 y figura 8, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre número de hojas, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo mayor número de hojas con 113.15, seguido de los tratamientos T4=C32 con 107.80 hojas y T2=Control peletizado con 105.85 hojas, los cuales estadísticamente son similares entre sí. En último lugar se ubica el tratamiento T1=Control sin peletizar con 96.10 hojas.

Tabla 11. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre número de hojas, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Número de hojas (N°)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	113.15	A
2	T4=C32	107.80	a
3	T2=Control peletizado	105.85	a b
4	T1=Control sin peletizar	96.10	B

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

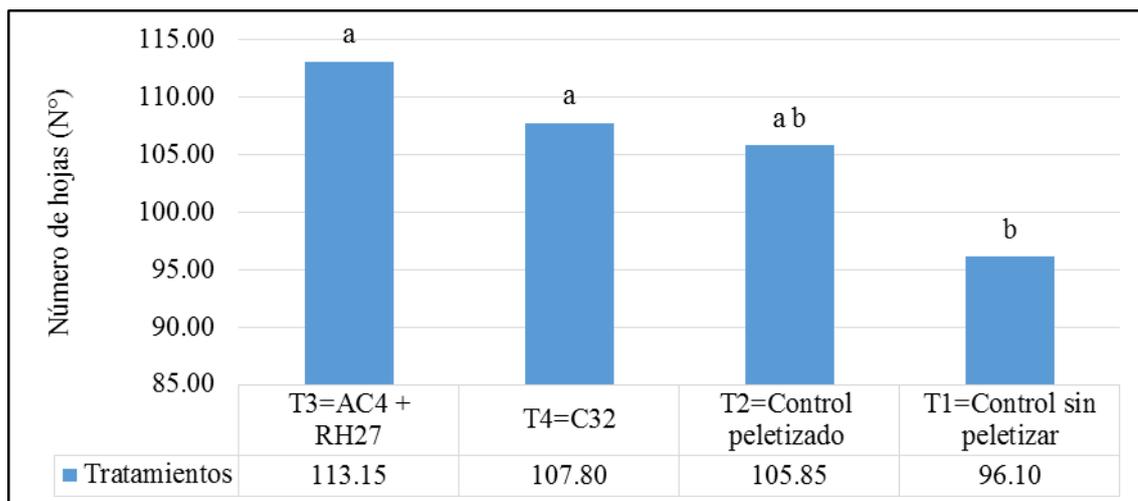


Figura 6. Número de hojas por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

5.1.3. Longitud de panoja

a) Salcedo INIA

En el cuadro 12, se observa el análisis de varianza para longitud de panoja en la variedad de quinua Salcedo INIA, en donde para los bloques existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los bloques la longitud de panoja fue diferente. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que uno de los tratamientos es diferente al resto de los tratamientos o todos los tratamientos son diferentes entre sí en longitud de panoja. Además, el coeficiente de variación igual al 5.42% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 12. Análisis de varianza para longitud de panoja en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	417.9821000	139.3273667	27.76	3.86	6.99	**	<.0001
Tratamientos	3	64.4483000	21.4827667	4.28	3.86	6.99	*	0.0389
Error	9	45.1655000	5.0183889					

experimental								
Total correcto	15	527.5959000						

CV= 5.42%. Prom. gral. = 41.34 cm.

En el tabla 13 y figura 9, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre longitud de panoja, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo el mayor largo de panoja con 117.71 cm, seguido de los tratamientos T4=C32 con 113.70 cm y T1=Control sin peletizar con 111.15 cm, en último lugar se ubica el tratamiento T2=Control peletizado con 106.11 cm.

Tabla 13. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre longitud de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Largo de panoja (cm)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	44.77	A
2	T4=C32	40.77	B
3	T1=Control sin peletizar	40.02	B
4	T2=Control peletizado	39.83	B

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

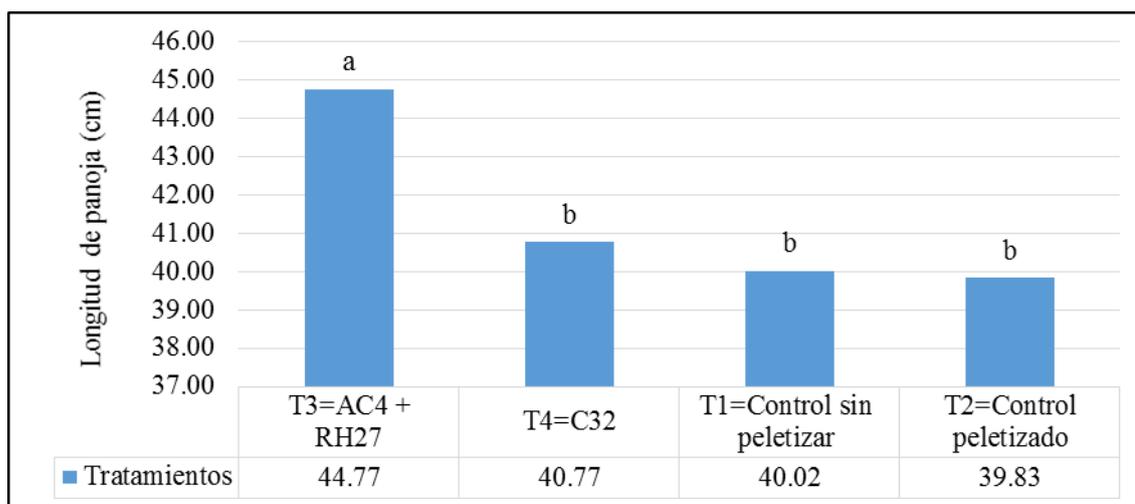


Figura 7. Longitud de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

b) Kcancolla

En la tabla 14, se observa el análisis de varianza para longitud de panoja en la variedad de quinua Kcancolla, en donde para los bloques existe diferencia estadística altamente significativa, mostrando que entre los bloques en longitud de panoja fue diferente. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que uno de los tratamientos es diferente al resto de los tratamientos o todos los tratamientos son diferentes entre sí en longitud de panoja. Además, el coeficiente de variación igual al 4.02% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 14. Análisis de varianza para longitud de panoja en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	245.8125000	81.9375000	32.26	3.86	6.99	**	<.0001
Tratamientos	3	30.4225000	10.1408333	3.99	3.86	6.99	*	0.0462
Error experimental	9	22.8625000	2.5402778					
Total correcto	15	299.0975000						

CV= 4.02%. Prom. gral. = 39.61 cm.

En la tabla 15 y figura 10, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre longitud de panoja, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo el mayor largo de panoja con 41.93 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T4=C32 con 39.33 cm y T1=Control sin peletizar con 38.85 cm, en último lugar se ubica el tratamiento T2=Control peletizado con 38.35 cm.

Tabla 15. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre longitud de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Longitud de panoja (cm)	Sig. ≤ 0.05 (*)

1	T3=AC4 + RH27	41.93	A
2	T4=C32	39.33	B
3	T1=Control sin peletizar	38.85	B
4	T2=Control peletizado	38.35	B

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

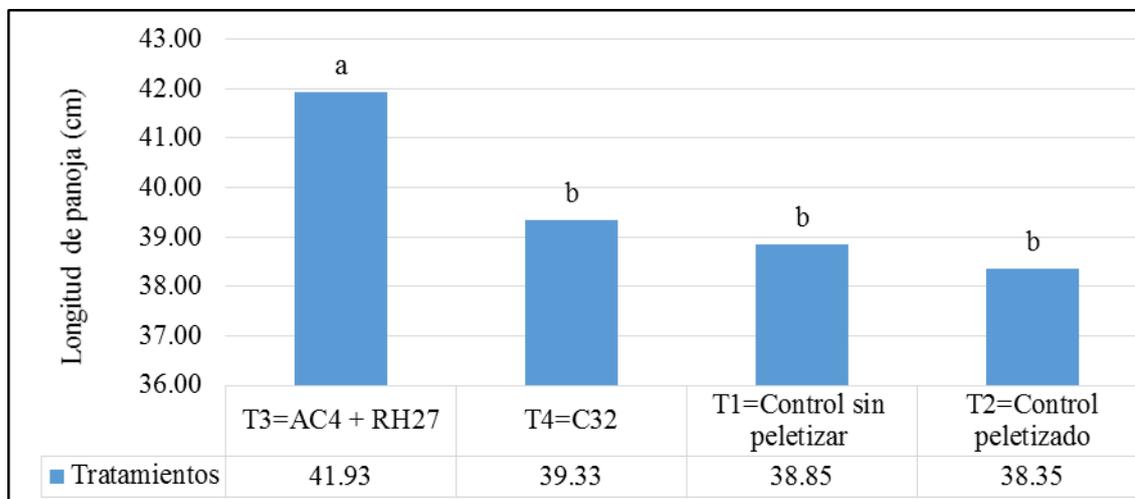


Figura 8. Largo de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

5.1.4. Diámetro de panoja

a) Salcedo INIA

En la tabla 16, se observa el análisis de varianza para ancho de panoja en la variedad de quinua Salcedo INIA, en donde para los bloques existe diferencia estadística altamente significativa, mostrando que entre los bloques el ancho de panoja fue diferente. Para los tratamientos, no existe diferencia estadística significativa, indicando que todos los tratamientos son similares entre sí en ancho de panoja. Además, el coeficiente de variación igual al 5.42% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 16. Análisis de varianza para ancho de panoja en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	18.76820000	6.25606667	8.14	3.86	6.99	**	0.0062
Tratamientos	3	0.42740000	0.14246667	0.19	3.86	6.99	n.s	0.9037
Error experimental	9	6.91720000	0.76857778					

Total correcto	15	26.11280000						
----------------	----	-------------	--	--	--	--	--	--

CV= 9.16%. Prom. gral. = 9.57 cm.

En la tabla 17 y figura 11, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre ancho de panoja, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo el mayor ancho de panoja con 9.83 cm, seguido de los tratamientos T4=C32 con 9.59 cm y T1=Control sin peletizar con 9.48 cm, en último lugar se ubica el tratamiento T2=Control peletizado con 9.39 cm.

Tabla 17. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre ancho de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Ancho de panoja (cm)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	9.83	A
2	T4=C32	9.59	A
3	T1=Control sin peletizar	9.48	A
4	T2=Control peletizado	9.39	A

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

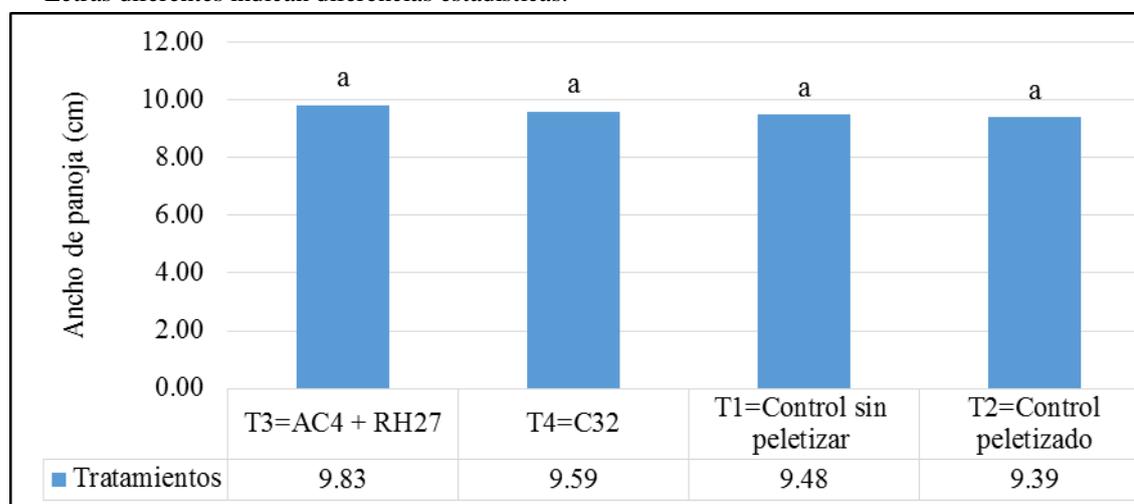


Figura 9. Ancho de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

b) Kcancolla

En la tabla 18, se observa el análisis de varianza para ancho de panoja en la variedad de quinua Kcancolla, en donde para los bloques existe diferencia estadística altamente

significativa, mostrando que entre los bloques el ancho de panoja fue diferente. Para los tratamientos, no existe diferencia estadística significativa, indicando que todos los tratamientos son similares entre sí en ancho de panoja. Además, el coeficiente de variación igual al 6.30% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 18. Análisis de varianza para largo de panoja en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	10.41220000	3.47073333	12.81	3.86	6.99	**	0.0013
Tratamientos	3	0.80420000	0.26806667	0.99	3.86	6.99	n.s.	0.4404
Error experimental	9	2.43760000	0.27084444					
Total correcto	15	13.65400000						

CV= 6.30%. Prom. gral. = 8.26 cm.

En la tabla 19 y figura 12, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre largo de panoja, en donde el tratamiento T4=C32 tuvo el mayor ancho de panoja con 8.55 cm, seguido de los tratamientos T3= AC4 + RH27 con 8.32 cm y T2=Control peletizado con 8.23 cm, en último lugar se ubica el tratamiento T1=Control sin peletizar con 7.93 cm.

Tabla 19. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre diámetro de panoja, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Ancho de panoja (cm)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T4=C32	8.55	A
2	T3=AC4 + RH27	8.32	A
3	T2=Control peletizado	8.23	A
4	T1=Control sin peletizar	7.93	A

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

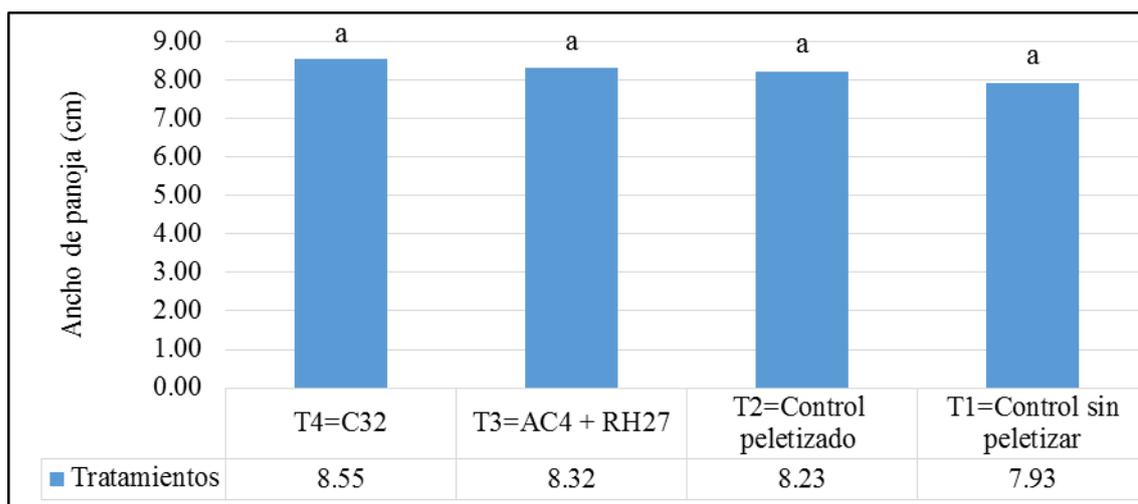


Figura 10. Diámetro de panoja por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

5.2. EFECTO DE RIZOBACTERIAS PELETIZADAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA QUINUA VARIEDAD SALCEDO INIA Y VARIEDAD KCANCOLLA

5.2.1. Peso de grano

a) Salcedo INIA

En la tabla 20, se observa el análisis de varianza para peso de grano en la variedad de quinua Salcedo INIA, en donde para los bloques no existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los bloques el peso de grano fue similar. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que al menos un tratamiento es diferentes al resto de los tratamientos, o todos los tratamientos son diferentes entre sí en peso de grano. Además, el coeficiente de variación igual al 13.81% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 20. Análisis de varianza para peso de grano en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
---------------------	-----------	-------------------	------------------	----	---------	---------	------	--------

	libertad							
Bloques	3	0.42300000	0.14100000	0.56	3.86	6.99	n.s.	0.6534
Tratamientos	3	3.76040000	1.25346667	5.00	3.86	6.99	*	0.0261
Error experimental	9	2.25780000	0.25086667					
Total correcto	15	6.44120000						

CV= 13.81%. Prom. gral. = 3.63 kg.

En el tabla 21 y figura 13, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, sobre peso de grano, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo el mayor peso de grano con 4.36 kg, seguido de los tratamientos T4=C32 con 3.75 kg y T2=Control peletizado con 3.28 kg, en último lugar se ubica el tratamiento T1=Control sin peletizar con 3.11 kg.

Tabla 21. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Peso de grano (kg / 12 m ²)	Peso de grano (kg / ha)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	4.36	3633.33	A
2	T4=C32	3.75	3125.00	a b
3	T2=Control peletizado	3.28	2733.33	b
4	T1=Control sin peletizar	3.11	2591.67	b

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

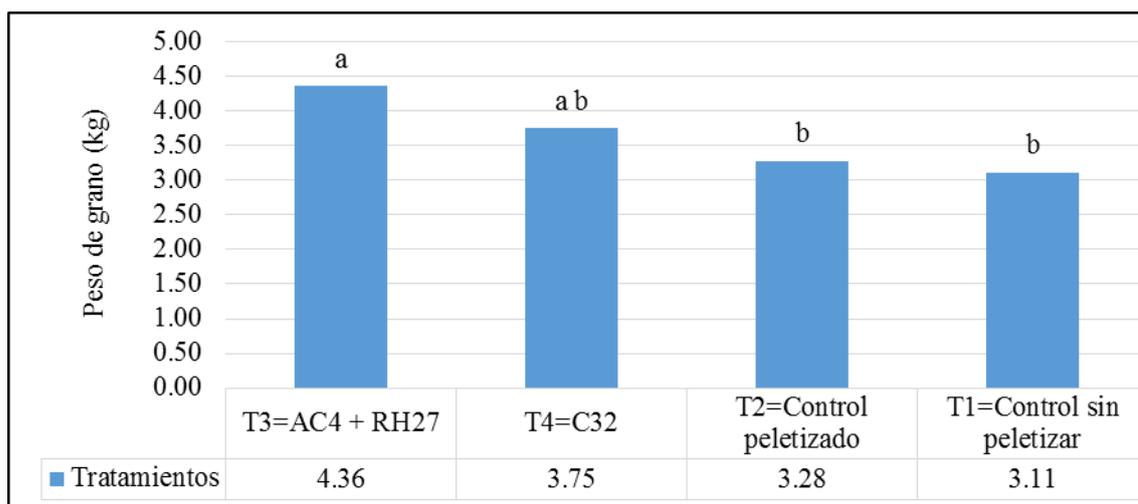


Figura 11. Peso de grano por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

b) Kcancolla

En el cuadro 22, se observa el análisis de varianza para peso de grano en la variedad de quinua Kcancolla, en donde para los bloques no existe diferencia estadística significativa, mostrando que entre los bloques el peso de grano fue similar. Para los tratamientos, existe diferencia estadística significativa, indicando que al menos un tratamiento es diferentes al resto de los tratamientos, o todos los tratamientos son diferentes entre sí en peso de grano. Además el coeficiente de variación igual al 8.91% indica que los datos evaluados son confiables, ya que (Vásquez, 1990), indica que para experimentos llevados en campo el coeficiente de variación no debe superar al 25%.

Tabla 22. Análisis de varianza para peso de grano en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.	Pr > F
Bloques	3	0.80210000	0.26736667	3.11	3.86	6.99	n.s.	0.0811
Tratamientos	3	1.28910000	0.42970000	5.00	3.86	6.99	*	0.0260
Error experimental	9	0.77270000	0.08585556					
Total correcto	15	2.86390000						

CV= 8.91%. Prom. gral. = 3.29 kg.

En el tabla 23 y figura 14, se puede observar la prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre peso de grano, en donde el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo el mayor peso de grano con 3.75 kg, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T4=C32 con 3.25 kg y T2=Control peletizado con 3.18 kg, en último lugar se ubica el tratamiento T1=Control sin peletizar con 2.98 kg.

Tabla 23. Prueba de comparación de medias de Duncan para los tratamientos aplicados en la variedad de quinua Kcancolla, sobre peso de grano, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.

Orden de mérito	Tratamientos	Peso de grano (kg / 12 m ²)	Peso de grano (kg / ha)	Sig. ≤ 0.05 (*)
1	T3=AC4 + RH27	3.75	3125.00	A
2	T4=C32	3.24	2700.00	b
3	T2=Control peletizado	3.18	2650.00	B
4	T1=Control sin peletizar	2.98	2483.33	B

* Letras diferentes indican diferencias estadísticas.

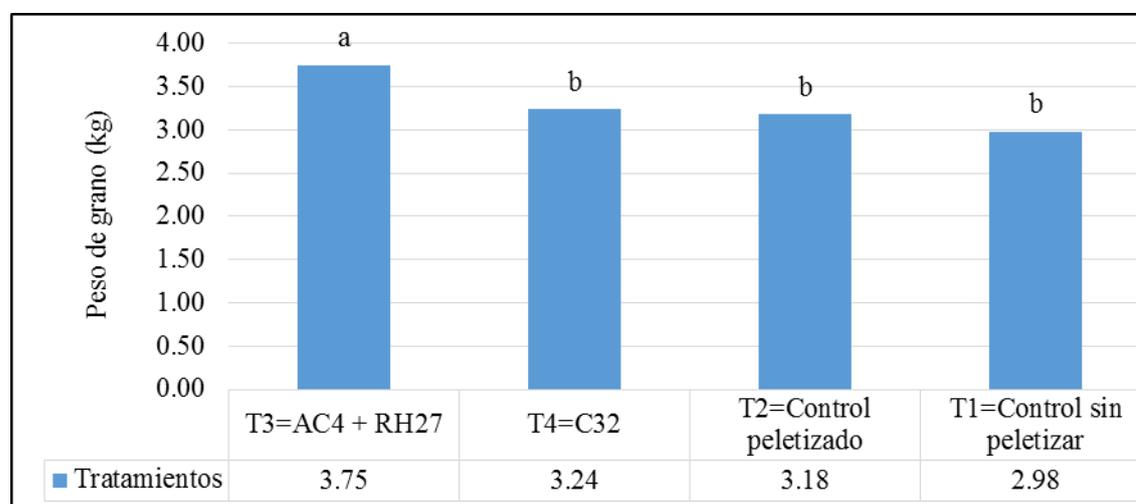
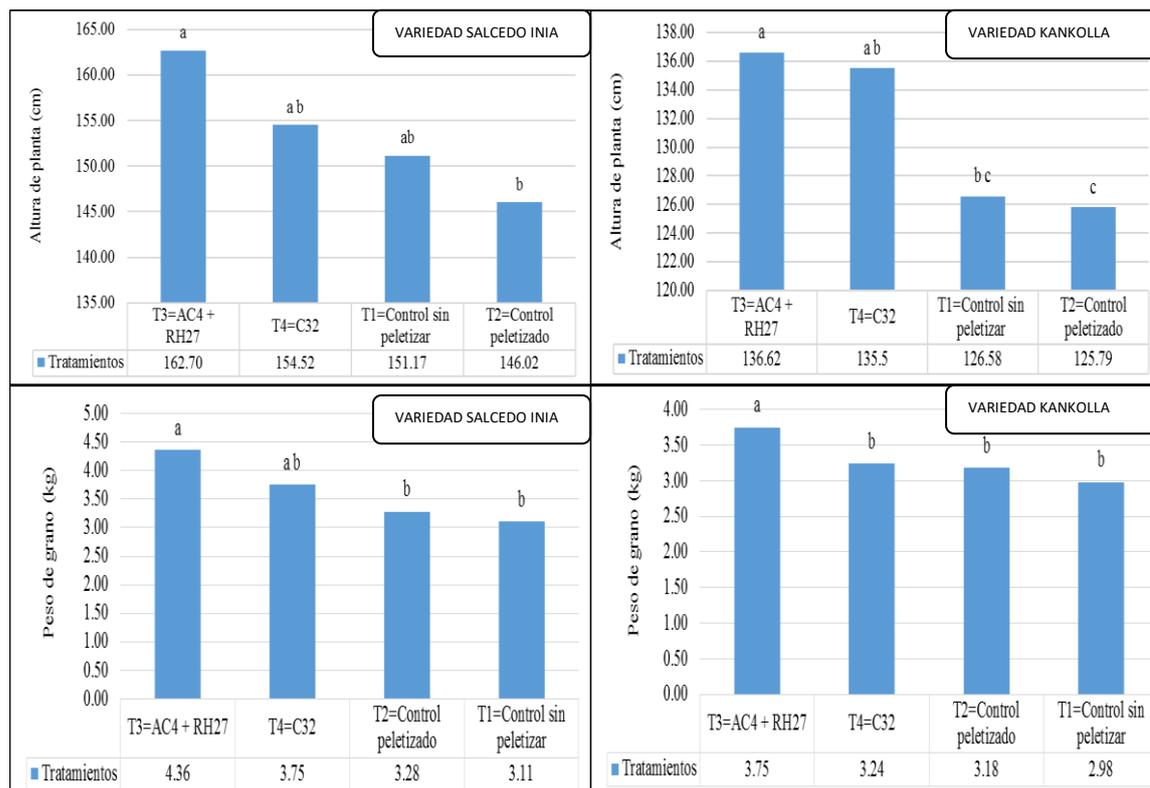


Figura 12. Peso de grano por efecto de los tratamientos en estudio en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de madurez fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovacion Agraria (INIA)-salcedo.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al evaluar el efecto de rizobacterias peletizadas en crecimiento y rendimiento en el cultivo de quinua logramos obtener que por efecto de los tratamientos en estudio una diferencia significativa a la aplicación de las cepas *Actinomyces* sp (AC4) y *Rhizobium* sp (RH27) como se muestran en las tablas:



Con estos resultados evidenciamos que la aplicación de rizobacterias peletizadas en este caso las cepas de *Actinomyces* sp (AC4) y *Rhizobium* sp (RH27) lograron incrementar el crecimiento y rendimiento del cultivo de quinua en condiciones ambientales que se presentan en la region de Puno.

Resultados similares han sido reportados por otros autores, por ejemplo, (Valverde *et al.*, 2006) muestran que un consorcio entre *Mesorhizobium ciceri* y *Pseudomonas jessenii* incrementaron el crecimiento de plantas de garbanzo; así mismo (Kumar *et al.*, 2001) observaron que co-inoculaciones de *Pseudomonas* y *Rhizobium* incrementaron el rendimiento de plantas de guisantes, resultados que se muestran dependientes de las

condiciones de trabajo tales como las características del suelo o sustrato donde se evaluó el cultivo y las condiciones ambientales, entre otras.

Las cepas que mostraron un incremento significativo cercano al 10% respecto al testigo inoculado en la germinación del pimentón fueron caracterizadas como un *Rhizobium* sp. (Cepa 25) y un *Azotobacter* sp. (Cepa 17); mientras que en el maíz, los incrementos en la rendimiento fueron dados por un bacilo Gram negativo no identificado (cepa 1) y *Azospirillum* sp. (Cepa 23).

CONCLUSIONES

En las variedades de quinua Salcedo INIA y Kcancolla, el tratamiento T3= AC4 + RH27 fue la que obtuvo mejores resultados en altura de planta tuvo 162.70 cm y 136.62 cm respectivamente; largo de panoja con 44.77 cm y 41.93 cm equitativamente, en ancho de panoja tuvo 9.83 cm solo en la variedad salcedo INIA, siendo indiferente en la variedad kcancolla; superando así a los tratamientos T2, T4 y T1 de manera secuencial.

En peso de grano, en la variedad de quinua Salcedo INIA y Kcancolla el tratamiento T3= AC4 + RH27 tuvo mayor peso de grano con 3633.33 kg/ha y 3125.00 kg/ha respectivamente; el menor peso fue con el tratamiento T1=Control sin peletizar con 2591.67 kg/ha y 2483.33 kg/ha respectivamente.

RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos en peso de grano y altura de planta, se recomienda someter el T3 a más investigaciones en diferentes variedades a las ya estudiadas.

Se recomienda estudiar los inoculantes a nivel de dosis óptima de aplicación, con la finalidad de buscar el mejor rendimiento y crecimiento óptimo del cultivo de quinua.

Estudiar los efectos de los inoculantes en las variedades de quinuas precoces, semiprecoces y tardías a diferentes altitudes en la Región de Puno, determinando su rendimiento de grano.

BIBLIOGRAFÍA

1. Apaza, V. y Delgado, P. (2006). *Manejo y mejoramiento de quinua orgánica*. manual N°01. Instituto nacional de innovación Agraria (INIA) Puno, Perú. 150p.
2. Apaza, V. (1977). *Manejo del cultivo de quinua en la región altiplánica*. Puno, Perú 130p.
3. Arachevaleta, M.; Bacon, C.W.; Hoveland, C.S.; Radcliffe, D.E. (1989). *Efecto del endófito de festuca alta en la respuesta de la planta al estrés ambiental*. Agron. J., 81, 83-90.
4. Azcón, J. y Talón, M. (2000). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología, Universidad de Barcelona. 522 p.
5. Anaya, A.; Espinosa-García, F.; y Cruz-Ortega, R. (2001). *Relaciones químicas entre Organismos: Aspectos Básicos y Perspectiva de su aplicación*. Instituto de Ecología UNAM: PLAZA Y VALDEZ Editores, Mexico .733p.
6. Bashan, Y. y Holguin, G. (1998). *Propuesta para la división de Rhizobacterias promotoras del crecimiento en dos clasificaciones: biocontrol - PGPB (plant growth-promoting bacteria) Y PGPB*. Biología del Suelo y Bioquímica, 30:1225-1228.
7. Bashan, Y. y Levanony, H. (1990). *Estado actual Azospirillum como un reto para la agricultura*. Can .J. Microbiol.36: 591-608.
8. Bandara, W.; Seneviratne, G.; Kulasooriya, S. A. (2006). *Internacional entre las bacterias y los hongos endofíticos: efecto y potencial*. J. Biosci 31:645-650.
9. Boddey, R.S. y Dobereiner, J. (1995). *La fijación de nitrógeno asociada con gramíneas y cereales: avances recientes y perspectivas para el futuro*. Fertilizante Reserarch 42:241-250.

10. Calvo, P.; Meneses, L. y Zuñiga, D. (2008). *Estudio de las poblaciones microbianas de la rizosfera del cultivo de papa (Solamun tuberosum) en zonas altoandinas*. *Ecología Aplicada*, 7(1,2).
11. CARE PERU (2012). *Manual de Nutrición y Fertilización de la Quinoa*. Ed Funart. Lima, Perú.
12. Carrillo, A, (1992). *Anatomía de la semilla de Chenopodiumberlandieri ssp, nuttalliae (Chenopodiaceae Huauzontle)*. Tesis Maestro de Ciencias. Colegio de postgraduados, Centro de Botánica. Montecillo, México. 87p.
13. Compant, S.; Duffy, B.; Nowak, J.; Clement, C.; Ait Barka, E. (2005). *Uso de bacterias promotoras del crecimiento de las plantas para el control biológico de enfermedades de las plantas: principios, mecanismos de acción y perspectivas futuras*. *Microbiología Aplicada y Ambiental*. 71;94951-1915.
14. Dashti, N., F. Zhang, R. Hynes y D.L. Herrero. (1997). *La aplicación de rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas a la soja (Glycine max (L.) Merr.) Aumenta el rendimiento de proteína y materia seca en condiciones de estación corta*. *Planta Suelo* 188: 33-41
15. De-Bashan, L.E.; Holguin, G.; Glick, B.R y Bashan, Y. (2007). *Bacterias promotoras del crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. Microbiología agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, planta-microorganismo*. (Eds.) Ferrera-Cerrato, R., y Alarcon, A.
16. De Freitas, J.; Banerjee, M. y Germida, J. (1997). *Las rrhizobacterias solubilizantes fosfatadas potencian el crecimiento y el rendimiento pero no la toma de fósforo de canola (Brasica napu L.)*. *Fertilizantes Biológicos Suelos* 24: 358-363.
17. Granada, (2008). *Evaluación de caracteres PGPR en actinomicetos e interacciones de estas rizobacterias con hongos formadores de micorrizas*.

18. Flores, (1977). *En el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CuD)*. (Chenopodium quinoa Wild).
19. Gamalero, E.; Trotta, A.; Massa, N.; Copetta, A.; Martino, MG.; Berta, G. (2004). *Impacto de dos psedomads fluorescentes y mycorrhizalfunguf arbuscular en el crecimiento de la planta de tomate*. Roor arquitectura y pacquisition micorrizas 14:185-192.
20. Glick, BR. (1995). *La mejora del crecimiento de las plantas por las bacterias libres*. 41:109-117.
21. Garrido, M.; Silva, P.; Silva, H.; Muñoz, R.; Baginsky, C.; Acevedo, E. (2013). *Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo diferentes disponibilidades hídricas en ambiente mediterraneo*. (en línea). Idesia vol. 31 no. 2. Arica, CL. Consultado 5 de agosto 2014.
22. Hass, D.; Keel, C.; Laville, J.; Maurhofer, M.; Obershansli, T.; Schnider, U.; Voisard, C. (1991). *Los metabolitos secundarios de la cepa CHA0 de Pseudomonas fluorescens implicaron la supresión de enfermedades de las raíces*. En avances en Genética molecular de la planta. Microbiana interacciones, Vol I. H. Henneke y D.P.S Verna (eds). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Países Bajos, pp. 450-456.
23. Hinkelman. K. & Kempthorne. O. (1994). *Investigación de los factores que tienen influencia sobre los modelos matemáticos*.
24. Harman, G. E, and Shores, M. (2007). *Los mecanismos y aplicaciones de simbiontes simbióticos de plantas oportunistas*. Páginas 131-155 en: Nuevas Biotecnologías para el Mejoramiento y Gestión de Agentes de Biocontrol. M. Vurro and J. Gressel, eds. Springer, Amsterdam.
25. Pulgar Javier, (1954). *Ministerio de Agricultura, Fichero Científico Agropecuario, 1954 - Quinoa - 269 pages*.

26. Junge, (1975). *Citado en "Quinua, el grano de los Andes"*. En el cuadro 16 se compara el valor nutricional de la quinua con los de otros cereales.
27. Kloepper, J.W. (1994). *Plant growth promoting rhizobacteria (other system)*. En *Azospirillum Plant Association* (Y.Okon, Ed.). Press Boca Raton, Florida, USA. pp:135-166.
28. Kloepper, J.W.; Zabblotowicz, R.M.; Tipping, E.M.; Lifshitz, R. (1989). *Inóculo de bacterias vivas libres para aumentar la productividad de los cultivos*. 7:39-43.
29. Kloepper, J.W. (1996). *Los agentes de control biológico varían en especificidad para el huésped, control de patógenos, hábitad ecológico y condiciones ambientales*. *Bio. Sci.*46:406-409.
30. Kumar, R.K. Behl, N. Narula, (2001) *Establecimiento de cepas solubilizantes de fosfato de Azotobacter chroococcum en la rizosfera y su efecto sobre los cultivares de trigo en condiciones de invernadero*, *Microbiol. Res.*, 156, págs. 87-93
31. Pearsall, C.; Blackwell, M. (1992). *Introducción a la Micología*. Cuarta edición. Editorial Willey. Nueva York. 135 p.
32. La Torre. (2009). *Efecto de diazotrofos y bacillus sp. en el crecimiento del cultivo de tomate" (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
33. León, J. (2003). *Cultivo de la Quinua en Puno-Perú*. Descripción, Manejo y Producción. Manual publicado. Puno, Perú. Recuperado de web: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cultivo-quinua-puno-peru/cultivo-quinua-puno-peru.pdf>
34. Narrea, A. (1976). *El cultivo de la Quínua*. Ministerio de Alimentación. Boletín de Divulgación No. 5 Lima, Perú 22 p. 6. 1976 Especificaciones Técnicas para la alimentacion alto andina.

35. Marian Soroa, Arantxa Gorostiaga, y Nekane Balluerka. (2009). *Identificación de especies de microorganismos benéficos en la rizosfera de gerbera y su efecto de la productividad en Cuba*. Biodonostia Instituto de Investigación Sanitaria.
36. Marcel, Korolnik, Ghent: Snoeck. (2006). *Agricultura intensiva para la elevación de producción*. pp.247-257.
37. Mujica, A. (1988). *Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de Genética. Montecillos, México. 122p.
38. Mujica, A.; Suquilanda, M.; Chura, E.; Ruiz, E.; León, A.; Cutipa, S. y Ponce, C. (2013). *Producción orgánica de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Universidad Nacional del Altiplano-FINCAGRO. Puno, Perú.
39. Mujica, A.; Sven-E. Jacobsen. (2001). *La quinua (Chenopodium quinoa Willd) y sus parientes silvestres; Botánica Económica de los Andes Centrales*. Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006: 449-457.
40. Marcel, M. y Laurence, R. (2006). *Historia de las agriculturas del mundo*. París: Seuil, 2002, ISBN 2-02-053061-9, engl. Una historia de la agricultura mundial: de la era neolítica a la crisis actual, Nueva York: prensa mensual, 2006, ISBN 1-58367-121-8.
41. Mujica, A. y Canahua, A. (1989). *Fases fenológicas del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow)*. En: Curso taller: Fenología de cultivos andinos y uso de la información agro meteorológicas. Salcedo, 7-10 agosto, Estación Experimental Illpa, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Puno, Perú pp: 23-27.
42. Oliva, G. y Gómez, B. (2016). Estudio de bacterias promotoras de crecimiento de plantas aisladas de zonas naturales protegidas del estado de Guanajuato. Artículo

científico en Jóvenes en la Ciencia. Vol 2. N° 1. Verano de investigación científica. Quito, Ecuador. Recuperado de web:

<http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/download/1351/970>.

43. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. (2002). *Manual agropecuario*. Editorial Quebecor World. Bogotá. pp: 959-960.
44. Tapia, C. (1997). *Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 97 p.
45. Rodríguez, A.; González, C. ; Díaz, V. ; Vecchionacce, H. ; Hurtado, E., (2003). *Efecto de la incorporación de lípidos y zeolitas en la digestibilidad aparente total de las dietas con follaje de batata (Ipomoea batatas L.) en cerdos*. Cuban J. Agric. Sci. 37: 421 – 424.
46. Rico, M. (2009). *Capacidad promotora de crecimiento vegetal por bacterias del genero Azotobacter y Actinomicetos aislados de cultivo de Solanum tuberosum Linnaeus, 1753 (papa) cultivados en zonas altoandinas del Perú*. Tesis para optar el título profesional de Biólogo con mención en Biología celular y genética. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Académico Profesional de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 152pag.
47. Rojas, R. (2015). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (Chenopodium quinoa W.) variedad Hualhuas en el distrito de Huando - región Huancavelica*. Tesis de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Huancavelica. Facultad Ciencias de Ingeniería. [En línea]. Recuperado de web: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/764/TP%20-%20UNH%20ZOOT.%200036.pdf?sequence=1>

48. Suquilanda, M. (2011). Producción orgánica de cultivos andinos. Manual Técnico. FAO-UNOCANC-Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Quito, Ecuador. 199 p. Recuperado de web:
http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
49. Tapia, C. (1999). *Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 97 p.
50. Tapia, M. E. y Frías, A.M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima, Perú.
51. Van de Broek, A. y Vanderleyden, J. (1995). *Revisión: genética de la asociación Azospirillum-raíz de la planta*. Crit. Rev Plant Sci. 14: 445 - 466.
52. Valverde, A., Burgos, A., Fiscella, T., Rivas, R., Velázquez, E., Rodríguez-Barrueco, C., Cervantes, E., Chamber, M. eIguar, J. M. (2006). *Efectos diferenciales de coinoculaciones con Pseudomonas jessenii PS06 (Una bacteria solubilizante de fosfato) y Mesorhizo biumciceri C-2/2 cepas en el crecimiento y rendimiento de semillas de garbanzos en condiciones de invernadero y campo*. Planta y Suelo. 287: 25-34.
53. Van loon, LC; Bakker, P.; Pieterse, CMJ. (1998). *Resistencia sistémica inducida por bacterias de rizosfera*. Annual Review of Phytopathology 36: 453 - 483.
54. Vásquez, E. (1990). *Inconsistencia del coeficiente de variación para expresar la variabilidad de un experimento en un modelo de análisis de varianza*. Cultivos Tropicales 32 (3): 42-45.
55. Vera, Juana Fernández. (2009). *Influencia de la aplicación de rizobacterias en el cultivo de lechuga y de berro en bandejas flotantes*. 208 pág.

56. Zuñiga, D. (2010). *Caracterización y selección de bacterias promotoras de crecimiento en el cultivo orgánico de maca herramienta biotecnológica para mejorar su calidad productiva*. Perú biodiverso. Lima, Perú. 207 pág.

ANEXOS

Anexo 1. Fases fenológicas de la variedad SALCEDO INIA



Anexo 2. Fases fenológicas de la variedad Kcancolla.



Anexo 3. Descripción morfológica de la variedad Salcedo INIA

Tipo de crecimiento	Herbáceo
Habito de crecimiento	Simple
Ciclo vegetativo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 150 días para el altiplano. ➤ 135 días para valles interandinos. ➤ 120 días para la costa
Rendimiento promedio de grano	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2,5 t/Ha en la zona alto andina. ✓ 6.5 t/Ha en la costa y valles interandinos
Altura de planta	1,48 a 1,70 metros
Características del tallo Forma del tallo principal	Sin ángulos
Diámetro del tallo	1,90 a 2,30 cm
Presencia de axilas pigmentadas	Ausente
Presencia de estrías	Presente
Color de estrías	Verde claro
Color del tallo principal	Verde
Presencia de ramificación	Ausente
Borde de las hojas inferiores	Dentado
Dientes de la hoja	12 a 30 dientes
Longitud máxima del peciolo	5,10 a 6,30 cm
Longitud máxima de las hojas	10,40 a 11,20 cm
Anchura máxima de las hojas	8,60 a 10,50 cm
Color de hojas	Verde
Color de panoja en la floración	Verde
Intensidad de la floración de la panoja	Tenue
Color de la panoja en la madurez fisiológica	Blanca
Intensidad del color de la panoja en la madurez fisiológica	Tenue
Forma de panoja	Glomerulada
Densidad de la panoja	Compacta
Numero de panojas por planta	Uno
Aspecto del grano	Opaco
Color del perigonio	Verde
Color del pericarpio	Crema
Color de episperma	Blanco
Forma del borde del grano	Afilado
Forma del grano	Cilíndrico
Uniformidad del color de grano	Bastante uniforme
Latencia de la semilla	Ausente
Diámetro del grano	2,00 mm

Anexo 4. Descripción morfológica de la variedad Kcancolla

Tipo de crecimiento	Herbáceo
Habito de crecimiento	Simple
Ciclo vegetativo	170 tardío
Altura de planta	1,01 a 1,10 metros
Forma del tallo principal	Sin ángulos
Diámetro del tallo	1,10 a 1,20 cm
Presencia de axilas pigmentadas	Presentes
Presencia de estriás	Presentes
Color de estriás purpuras	Purpura
Color del tallo principal	Verde
Presencia de ramificación	Ausente
Borde de las hojas inferiores	Dentado
Dientes de las hojas	12 a 25 dientes
Longitud máxima del peciolo	3,00 a 3,50 cm
Longitud máxima de hojas	6,60 a 6,70 cm
Anchura máxima de hojas	2,50 a 5,70 cm
Color de hojas	Verde
Aspecto del grano	Opaco
Color del perigonio	Rojo claro
Color del pericarpio	Crema
Color del episperma	Blanco
Forma del borde del grano	Afilado
Forma del grano	Cilíndrico
Uniformidad del color del grano	Bastante uniforme
Latencia de la semilla	Ausente
Color de panoja en la floración	Rojo
Intensidad del color de la panoja en floración	Claro
Color de panoja en la cosecha	Rojo
Intensidad del color panoja en cosecha	Claro
Forma de la panoja	Glomerulada
Densidad de la panoja	Intermedia

Anexo 5. Datos de evaluación del cultivo de quinua**Tabla 24.** Datos de evaluación de altura de planta (cm) en variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	171.66	168.44	173.02	179.66
II	150.20	148.42	168.88	147.90
III	140.16	130.40	164.08	145.14
IV	142.64	136.80	144.80	145.36
Promedio	151.17	146.02	162.70	154.52

Tabla 25. Datos de evaluación de altura de planta (cm) en variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	131.80	131.80	145.36	149.40
II	141.60	138.20	143.30	141.40
III	107.90	108.96	131.30	125.40
IV	125.00	124.20	126.50	125.80
Promedio	126.58	125.79	136.62	135.50

Tabla 26. Datos de evaluación de número de hojas en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	192.40	223.80	236.60	202.80
II	177.40	174.40	231.20	164.80
III	140.00	193.00	191.40	193.40
IV	176.00	175.80	186.80	159.60
Promedio	171.45	191.20	211.50	179.15

Tabla 27. Datos de evaluación de número de hojas en la variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	97.00	99.6	113.20	108.40
II	115.80	130	118.80	122.80

III	80.20	95.2	114.40	100.20
IV	91.40	98.6	106.20	99.80
Promedio	96.10	105.85	113.15	107.80

Tabla 28. Datos de evaluación de largo de panoja (cm) en variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	50.50	49.40	51.96	46.06
II	40.40	38.30	47.30	41.00
III	35.76	36.20	42.60	37.30
IV	33.40	35.40	37.20	38.70
Promedio	40.02	39.83	44.77	40.77

Tabla 29. Datos de evaluación de largo de panoja (cm) en variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	42.20	42.10	46.90	42.70
II	42.30	44.00	44.10	42.90
III	32.20	32.00	38.60	34.80
IV	38.70	35.30	38.10	36.90
Promedio	38.85	38.35	41.93	39.33

Tabla 30. Datos de evaluación de diámetro de panoja (cm) en variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	11.00	10.70	11.00	12.00
II	9.00	10.70	10.30	9.80
III	8.80	8.96	9.30	7.36
IV	9.10	7.20	8.70	9.20
Promedio	9.48	9.39	9.83	9.59

Tabla 31. Datos de evaluación de diámetro de panoja (cm) en variedad de quinua Kcancolla, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
---------	--------------------------	-----------------------	---------------	--------

I	8.30	9.10	8.88	8.70
II	9.40	8.80	9.60	9.50
III	6.50	7.80	7.00	8.50
IV	7.50	7.20	7.80	7.50
Promedio	7.93	8.23	8.32	8.55

Tabla 32. Datos de evaluación de peso de grano en variedad de quinua Salcedo INIA (kg / 12 m²), en la fase fenológica de madures fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	3.46	3.90	4.30	3.90
II	2.32	3.50	4.38	3.62
III	3.64	2.32	4.40	4.08
IV	3.02	3.40	4.36	3.40
Promedio	3.11	3.28	4.36	3.75

Tabla 33. Datos de evaluación de peso de grano en variedad de quinua Kcancolla (kg / 12 m²), en la fase fenológica de madures fisiológica en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.

Bloques	T1=Control sin peletizar	T2=Control peletizado	T3=AC4 + RH27	T4=C32
I	3.12	3.12	3.96	3.98
II	3.16	3.38	3.92	3.38
III	2.68	3.42	3.76	2.74
IV	2.96	2.80	3.36	2.86
Promedio	2.98	3.18	3.75	3.24

Anexo 6. Panel fotográfico



Figura 13. Roturado del terreno y surcado del terreno, en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 14. Trazado del terreno y siembra de las variedades de quinua en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 15. Semilla de quinua kcancolla y Salcedo INIA



Figura 16. Inoculante y envases usados para la preparación de inoculante



Figura 17. Reinoculación de las variedades Kcancolla y Salcedo INIA, en la fase fenológica de ramificación en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 18. Deshierbo de las variedades de quinoa, en la fase fenológica de cuatro hojas verdaderas en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 19. Cosecha de surcos centrales en cultivo de quinua en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 20. Siega o corte de plantas de dos variedades de quinua, en la fase fenológica de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 21. Golpeo o garroteo de la plantas de quinua



Figura 22. Pesado de la muestra de granos de quinua



Figura 23. Muestreo de plantas de quinua para medición de largo y ancho de panoja, en la fase fenológica de inicio de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 24. Medición de altura de planta en la variedad de quinua Salcedo INIA, en la fase fenológica de inicio de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 25. Medición de altura de planta en la variedad de quinua Kankolla, en la fase fenológica de inicio de floración en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 26. Campo experimental de las dos variedades de quinua con sus respectivos en la campaña agrícola 2014-2015, en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-salcedo.



Figura 27. Variedad de quinua Salcedo INIA, en fase fenológica de Floración.



Figura 28. Variedad de quinua Kcancolla, en fase fenológica de Floración



Figura 31. Número De Hojas