

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA**



**TESIS:**

**INFLUENCIA DE CEPAS DE *Trichoderma* ENDÓFITO Y  
MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA INCIDENCIA DE “Kcona  
Kcona” (*Eurysacca* sp.) Y RENDIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*  
Willd.)**

**PRESENTADA POR:**

**PAUL PASCUAL MENDOZA COARI**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ANDINA  
ESPECIALIDAD AGRICULTURA ORGÁNICA**

**PUNO, PERÚ**

**2019**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGRICULTURA ANDINA



TESIS:

INFLUENCIA DE CEPAS DE *Trichoderma* ENDÓFITO Y  
MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA INCIDENCIA DE “Kcona  
Kcona” (*Eurysacca* sp.) Y RENDIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*  
Willd.)

PRESENTADA POR:

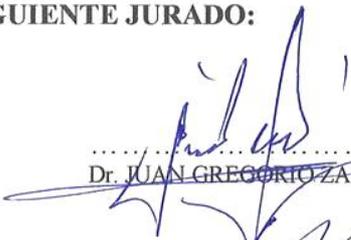
PAUL PASCUAL MENDOZA COARI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIE EN AGRICULTURA ANDINA  
ESPECIALIDAD AGRICULTURA ORGÁNICA

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

  
.....  
Dr. JUAN GREGORIO ZAPANA PARI

PRIMER MIEMBRO

  
.....  
Dr. LUIS ALFREDO PALAO PURREGUI

SEGUNDO MIEMBRO

.....  
M.Sc. MARILÚ CHANINI QUISPE

ASESOR DE TESIS

  
.....  
Dra. BETSABE LEÓN TTACCA

Puno, 08 de marzo del 2019

ÁREA: Agricultura Orgánica.

TEMA: Influencia de cepas de *Trichoderma* y Microorganismos Eficaces (EM) en la incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) y el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

LÍNEA: Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.

## DEDICATORIA

A Dios, quien me ha dado la vida y fortaleza para concluir y concretar este proyecto de investigación.

A mi amada esposa Candida; compañera de mi vida, por estar ahí en todo momento brindándome amor, comprensión, motivación y su permanente cooperación para lograr la culminación de la investigación.

A mis hijos adorados Lena Valentina y Gabriel Alejandro, quienes fueron parte muy importante en el proceso de desarrollo de esta investigación, gracias a ellos por cada palabra de apoyo, gracias por cada momento en familia sacrificado para ser invertido en el desarrollo de este trabajo, gracias por entender que el éxito demanda algunos sacrificios.

A mis queridos padres Severo y Prudencia, a pesar de nuestra distancia física, siento que siempre están conmigo y aunque nos faltaron muchas vivencias por vivir juntos, sé que este momento sería tan especial para ellos, como lo es para mí.

## AGRADECIMIENTOS

- A la Dra. Betsabe Leon Ttacca, por la dirección y asesoramiento de este trabajo y orientación permanente durante el desarrollo de esta investigación.
- A mis jurados por sus sugerencias y apoyo en el desarrollo de esta investigación.
- Al Centro de Investigación y Producción Camacani y laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA por su colaboración y apoyo en la ejecución del desarrollo de este trabajo.
- Un agradecimiento especial a toda mi familia, quienes permanentemente me apoyaron en el desarrollo de esta investigación.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pag.</b>
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1.1. Cultivo de quinua.....	3
1.1.2. Hongos endófitos.....	10
1.1.3. <i>Trichoderma</i> sp.....	14
1.1.4. Microorganismos Eficientes (EM).....	15
1.1.5. <i>Eurysacca</i> sp.....	21
1.2. Antecedentes.....	25

### CAPÍTULO II

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema.....	28
2.2. Enunciados del problema.....	29
2.3. Justificación.....	30
2.4. Objetivos.....	31

2.4.1. Objetivo general.....	31
2.4.2. Objetivos específicos.....	31
2.5. Hipótesis.....	32
2.5.1. Hipótesis general.....	32
2.5.2. Hipótesis específicas.....	32

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio.....	33
3.2. Población.....	33
3.3. Muestra.....	33
3.4. Método de investigación.....	34
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos.....	34
3.5.1. Determinar el efecto las aplicaciones de cepas de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en la incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA.....	34

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto las aplicaciones de cepas de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en la incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA.....	51
4.1.1. Primera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA durante la fase felogica de floración.....	51

4.1.2. Segunda evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca sp.</i> ) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA durante la fase felogica de grano lechoso. ....	54
4.1.3. Tercera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca sp.</i> ) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA durante la fase felogica de grano pastoso.....	56
4.1.4. Cuarta evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca sp.</i> ) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA durante la fase felogica de madurez fisiológica.....	59
4.2. Efecto de las aplicaciones de <i>Trichoderma sp.</i> endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en el crecimiento y rendimiento de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA.....	63
4.3. Determinar la rentabilidad económica del cultivo de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con la aplicación de cepas de <i>Trichoderma sp.</i> endofito y Microorganismos Eficaces (EM).....	76
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
1. Código y procedencia de cepas de <i>Trichoderma</i> sp. Utilizados en la investigación - CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.....	34
2. Producto comercial EM -1, utilizado en la investigación - CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.....	36
3. Tratamientos empleados para determinar la incidencia de “Kcona kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA bajo condiciones de campo en el CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.....	39
4. Etapas fenológicas en las cuales se aplicaron <i>Trichoderma</i> sp. y Microorganismos Eficaces (EM), al cultivo de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd) var. Salcedo INIA en el CIP - Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.....	41
5. Numero de aplicaciones foliares de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM), según las fases fenológicas de la quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd) Var. Salcedo INIA en el CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.....	42
6. Categorización de grados de daño de <i>Eurysaca</i> sp, en el cultivo de quinua.....	44
7. Datos de análisis de fertilidad de suelo, de terreno experimental – Camacani.....	46
8. Datos de Temperatura (máxima, mínima y media) y Precipitación, registraod ssurante la Campaña Agrícola 2016-2017 (Dirección Zonal 13 del SENAMHI - Estación Meteorológica Rincón de la Cruz – Acora).....	47
9. Promedios multianuales de temperatura y precipitación anual durante los años 2006 -2015 registrado en la estación meteorológica Rincón de la Cruz – Acora.....	49
10. Primera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	52
11. Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	53

12. Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	53
13. Segunda evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	54
14. Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	55
15. Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	56
16. Tercera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	57
17. Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	58
18. Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	58
19. Cuarta evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	59
20. Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA (06/04/2017), con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	60
21. Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	61
22. Determinación del índice de daño, aplicando la fórmula de Kasper.....	62

23. Rendimiento en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	66
24. Análisis de varianza para rendimiento en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) .....	67
25. Prueba de rango múltiple para rendimiento en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) .....	67
26. Altura de planta (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	69
27. Análisis de varianza para altura de planta (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	70
28. Prueba de rango múltiple para altura de planta (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	70
29. Longitud de panoja (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	72
30. Análisis de varianza para longitud de panoja (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	73
31. Prueba de rango múltiple para longitud de panoja (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	73
32. Pesos seco (gr) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	74
33. Análisis de varianza de peso seco (gr) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	75

34. Prueba de rango múltiple de peso seco (gr) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	76
35. Proyección de la rentabilidad/tratamiento, en la parcela experimental de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	78
36. Datos de evaluación de incidencia de “Kcona kcona”, en parcela experimental de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Var. Salcedo INIA, con tratamientos de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	91
37. Datos de grado de daño por efecto de “Kcona Kcona” en parcela experimental de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) Var. Salcedo INIA, con tratamientos de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM-1).....	98
38. Datos de evaluación de parámetros morfológicos: Altura de planta, longitud de panoja y peso de granos de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces.....	106
39. Costo de producción quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de EM-1 al 5%.....	113
40. Costo de producción quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de EM 1 al 10%.....	114
41. Costo de producción quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de EM 1 al 15%.....	115
42. Costo de producción quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de cepas de <i>Trichoderma</i> sp.....	116
43. Costo de producción quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamiento de <i>Trichoderma</i> sp. + EM 1 al 10%.....	116
44. Costo de producción quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamiento químico: Karate (testigo relativo).....	117
45. Costo de producción quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, sin tratamiento (testigo absoluto).....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Principales microorganismos componentes del EM-1 .....	17
2. Ciclo Biológico de <i>Eurysacca</i> sp.....	23
3. Adulto y larva (estado dañino) de <i>Eurysacca quinoae</i> .....	24
4. Daños en la panoja de quinua por efectos de alimentación de larva de “Kcona Kona”.....	25
5. Cepas de <i>Trichoderma</i> sp de cinco días de edad en medio extracto malta agar (EMA).....	35
6. Producción de cepas de <i>Trichoderma</i> sp en sustrato arroz, realizado en laboratorio de fitopatología de la UNA, 2017. A. Cultivo de <i>Trichoderma</i> sp en medio papa sacarosa agar. B. Incubación de cepas de <i>Trichoderma</i> sp en sustrato arroz.....	36
7. Proceso de activación de microorganismos EM-1 en concentraciones de 5%, 10% y 15%.....	37
8. Distribución de unidades experimentales (parcelas) bajo un diseño de bloque completo al azar, para determinar la influencia de <i>Trichoderma</i> sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM), en la incidencia de “Kcona kcona”( <i>Eurysacca</i> sp.) y el rendimiento de quinua.....	38
9. Parcela experimental ubicado en el CIP - Camacani, Campaña Agrícola 2016-2017.....	40
10. Labores culturales: Aporque, desahíje y control de malezas en la parcela experimental.....	43
11. Climadiagrama de temperaturas máximas, mínimas, y precipitación total (mm) durante la Campaña Agrícola 2016 - 2017.....	48
12. Climadiagrama de temperaturas máximas, mínimas, y precipitación total (2006 – 2015).....	50
13. Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	52
14. Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	55
15. Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	57

16. Incidencia de la “Kcona Kcona” ( <i>Eurysacca</i> sp.) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	60
17. Rendimiento en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	66
18. Altura de planta (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	69
19. Longitud de panoja (cm) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	72
20. Pesos seco (gr) en quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de <i>Trichoderma</i> sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).....	75
21. Resultado de análisis de suelo de la parcela experimental, realizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la EEA Illpa - INIA Puno.....	119



**ÍNDICE DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1. Otras tablas.....	91
ANEXO 2. Otras figuras.....	119

## RESUMEN

El trabajo de investigación se ha desarrollado en una parcela experimental de cultivo de quinua variedad Salcedo INIA, en la Campaña Agrícola 2016-2017, en el CIP Camacani ubicada en la Comunidad de Camacani, Distrito de Plateria, Provincia y Región Puno, con el objetivo de: Determinar la influencia de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM-1), en la incidencia de “kcona kcona” (*Eurysacca* sp.), determinar el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la rentabilidad respectivamente. Se realizaron aplicaciones foliares de cuatro cepas de *Trichoderma* sp. endófito (Cepa 1, 2 y 3: Cepas nativas de tallos de quinua y rizósfera, Cepa 4: Tallo de cacao) en una concentración de ( $1 \times 10^7$  ufc.ml<sup>-1</sup>), y un producto comercial de Microorganismos Eficaces (EM-1), en una concentración de 5%, 10% y 15% respectivamente, además de un producto químico (Karate); durante las fases fenológicas de: floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica. La menor incidencia se registró en el tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico - Karate) seguido por el tratamiento T6 (EM-1 10%), y la mayor incidencia de larvas de *Eurysaca* sp. “Kcona Kcona”, se registró en el tratamiento T9 (Testigo absoluto: sin tratamiento), seguido por el tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2); y el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T6 (EM-1 10%) con un promedio de 3,871.70 kg/ha, seguido por el tratamiento T4 (*Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126) con un rendimiento de 3,697.00 kg/ha; mientras que el menor rendimiento se obtuvo en el Tratamiento T9 (Testigo absoluto: Sin tratamiento) con 2,261 kg/ha, seguido del Tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2) con 2,262.87 kg/ha, respectivamente. Así mismo; La mayor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento T6 (EM-1 10%) con 535.22 % de rentabilidad, seguido por el Tratamiento T4 (*Trichoderma* sp Cepa 4: SG-TE-126) con 522.67 %. Los tratamientos con menor % de rentabilidad fueron el Tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico - Karate) con 358.70%, tratamientos T9 (Testigo absoluto: Sin tratamiento) y T3 (*Trichoderma* sp cepas 3: UNA-TE-R-2) con 426.56% y 473.66%.

**Palabras Clave:** Biocontrol, incidencia. hongos, microorganismos, plaga, *Trichoderma*.

## ABSTRACT

The research was carried out in a cultivation experimental parcel of Salcedo INIA quinoa variety, in the Agricultural Campaign 20°16-2017, in PRC Camacani which is located in the Community of Camacani, Plateria District, Province and Puno Region. The objective was to determine the influence of *Trichoderma* sp. Endophyte and Effective Microorganisms (EM-1), on the incidence of “kcona kcona” (*Eurysacca* sp.), on the yield of the quinoa crop (*Chenopodium quinoa* Willd.) and on the profitability respectively. Foliar applications were used of four strains of *Trichoderma* sp. Endophyte (Strain 1, 2 and 3: Native strains of quinoa and rhizosphere stems, and Strain 4: Cocoa stem) in a concentration of  $1 \times 10^7$  ufc.ml<sup>-1</sup>, and also a commercial product of Effective Microorganisms (EM-1), in a concentration of 5%, 10% and 15% respectively, in addition to the chemical Karate during the phenological phases of flowering, milky grain, pasty grain and physiological maturity. The lowest incidence was recorded in the T10 treatment (Relative control: Chemical treatment - Karate) followed by the T6 treatment (10% MS-1), and the highest incidence of larvae of *Eurysacca* sp. "Kcona Kcona" was recorded in the T9 treatment (absolute control: no treatment), followed by the T3 treatment (*Trichoderma* sp. Strain 3: UNA-TE-R-2). The highest yield was obtained in the T6 treatment (10% MS-1) with an average of 3,871.70 kg/ha, followed by the T4 treatment (*Trichoderma* sp. Strain 4: SG-TE-126) with a yield of 3,697.00 kg /he has; while the lowest yield was obtained in Treatment T9 (Absolute Witness: Without treatment) with 2,261 kg / ha, followed by Treatment T3 (*Trichoderma* sp. Strain 3: UNA-TE-R-2) with 2,262.87 kg / ha, respectively. Likewise; The highest profitability was obtained in the T6 treatment (MS-1 10%) with 535.22% profitability, followed by the T4 Treatment (*Trichoderma* sp Strain 4: SG-TE-126) with 522.67%. The treatments with lowest % of profitability were T10 Treatment (Relative Witness: Chemical Treatment - Karate) with 358.70%, T9 Treatment (Absolute Witness: Without Treatment) and T3 (*Trichoderma* sp Strains 3: UNA-TE-R-2) with 426.56% and 473.66%.

**Keywords:** Biocontrol, incidence. fungi, microorganisms, plague, *Trichoderma*.

## INTRODUCCIÓN

La situación de la producción y distribución de alimentos en el planeta presenta desafíos de gran magnitud a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, consumo y utilización biológica. En este contexto la quinua se constituye en un cultivo estratégico para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria debido a su calidad nutritiva, su amplia variabilidad genética, su adaptabilidad y su bajo costo de producción (PROINPA, 2011).

Según el reporte del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI 2017), el Perú es el principal productor mundial de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con 79,269 toneladas registrados en el 2017 y representando el 53,3% del volumen de ese grano andino, seguido por Bolivia y Ecuador que contribuyeron con el 44% y 2,7%, respectivamente, conforme a estadísticas de la FAO (2011). Del mismo modo; el Perú, sigue siendo el principal exportador mundial de quinua que lo lidera desde 2014 al lograr colocar en el mercado internacional 44,3 mil toneladas en el 2016, reportado por TRADE MAP (2017), lo que representó el 47,3% del volumen total exportado. Luego vienen Bolivia (31,4%), EE. UU. (5,6%) y Países Bajos (3.6%).

La Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria del MINAGRI (2017), reporta que la principal zona productora de quinua en el Perú durante al año 2017 fue Puno con 35,166 toneladas, representando el 44.4% de la producción nacional. Seguido por Ayacucho (21%), Apurímac (8,1%), Arequipa (7.8%), Cusco (5%) y Junín (4.8%). La Región Puno, es el centro de origen de la quinua, donde se encuentra la mayor biodiversidad biológica, superficie sembrada y cosechada de este cultivo. Sin embargo; la oferta actual es considerada insuficiente, debido a que se cultiva en pequeñas parcelas, la producción es estacionaria y los rendimientos son bajos (Dirección General de Competitividad Agraria, 2014).

El cultivo de quinua es atacado por una serie de plagas y enfermedades que afectan principalmente el follaje, tallo, panoja y granos, pero el mayor daño es ocasionado por la “kcona kcona” o “polilla de la quinua” y el mildiu. En condiciones favorables para su desarrollo, pueden ocasionar pérdidas de hasta 100%. Entre las principales estrategias de control se citan: El control cultural, control biológico natural y aplicado, control etológico,

plantas repelentes y biocidas e identificación y destrucción de focos de infestación (INIA, 2010).

La estrategia de control biológico, es el uso de cepas del hongo *Trichoderma* sp con capacidad endofítica, que son capaces de colonizar los tejidos de las plantas sin causar síntomas visibles e inducir la producción de compuestos relacionados con la defensa y algunos genes implicados en respuestas de defensa de las plantas a factores bióticos y abióticos (Bae *et al.*, 2009). Además, son conocidos por ser más seguros, biodegradables y amigables con el medio ambiente, y son una alternativa viable frente a los productos químicos (Toghueo *et al.*, 2016). Así mismo; una de las alternativas es el uso de Microorganismos Eficaces (EM), una combinación de microorganismos benéficos naturales que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* (bacterias ácido lácticas), *Saccharomices* (levaduras) y *Rhodopseudomonas* (bacterias fotosintéticas o fototróficas), producto que mejora la microflora del suelo, promueve el crecimiento de las plantas, protegiendo del ataque de plagas y enfermedades (BIOEM SAC, 2016).

Es necesario la implementación de programas de manejo ecológico de plagas que permitan disminuir o atenuar el efecto nocivo y destructivo de las plagas sobre la producción del cultivo, es muy necesario y deben implementarse en todas las etapas del desarrollo del cultivo tomando en cuenta los diversos factores (bióticos y abióticos) que interactúan y afectan al cultivo (Altieri y Letourneau, 1999).

El uso de estos microorganismos representa una alternativa racional y sostenible, ya que al establecerse en la planta mejorará el control de sus plagas y enfermedades, dando lugar a la reducción del uso de pesticidas químicos, generando consecuentemente un impacto positivo al reducir la contaminación en los componentes ambientales.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. MARCO TEÓRICO

##### 1.1.1. Cultivo de quinua

La “quinua” (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo muy peculiar por sus grandes cualidades nutritivas y por su capacidad de crecer y fructificar en condiciones extremas (Mujica & Jacobsen, 2006), es un grano andino de alto valor nutritivo con proteína de calidad, con ocho aminoácidos esenciales y rica en hierro, calcio, fósforo, magnesio y vitaminas del complejo B (Astudillo *et al.*, 2006).

La quinua, actualmente está tomando gran importancia en la alimentación humana por su alto valor nutritivo, dado por el balance adecuado de aminoácidos esenciales elevada lisina en sus semillas y hojas, buen contenido de vitaminas, alto contenido de calcio y hierro; se puede utilizar sus hojas, inflorescencias y el grano (Mujica *et al.*, 2001)

La quinua tiene una enorme potencialidad para competir en el mercado, sobre todo la quinua orgánica, la demanda por los países industrializados ha elevado su precio en el mercado de exportación (Carrasco, 2001).

##### a) Origen y distribución de la quinua.

Diferentes autores coinciden en señalar que el centro de origen de la quinua es la hoya del Titicaca (Altiplano de Perú y Bolivia), por encontrarse la mayor diversidad de genes y líneas, más notables en las zonas comprendidas entre Ayaviri y Cuzco, basándose en los principios que define el centro de origen de cualquier planta cultivada, la quinua se ha

constituido en la base de la alimentación del poblador andino durante muchos siglos (Cárdenas, 1969).

La quinua es una planta cuyo origen posiblemente es la zona andina, puesto que ella constituye uno de los ocho centros de domesticación de plantas cultivadas de la tierra. La diversidad de genotipos, así como de progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, se ha encontrado la mayor diversidad entre Potosí – Bolivia y Sicuani (Cuzco) – Perú. El origen de *Chenopodium quinoa* aún es complejo porque están involucradas muchas posibilidades. La historia tiene pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, sobre la quinua pues no se conoce muchos ritos religiosos. Las evidencias arqueológicas del norte de Chile señalan que la quinua fue utilizada 3000 años antes de Cristo, hallazgos en la zona de Ayacucho indican como inicio de la domesticación de la quinua hace 5000 años antes de Cristo (Mujica, 1988).

La quinua se cultiva mayormente en el área andino desde el departamento de Puno, hasta Cajamarca, incluyendo Valles Interandinos y se viene expandiendo en los Valles de la Costa especialmente en el departamento de Arequipa (Mujica, 1993).

#### **b) Importancia de la quinua**

En los últimos 10 años el cultivo de quinua viene adquiriendo importancia económica, técnico-científico y social; principalmente como fuente de generación de empleo e ingresos económicos para las familias rurales, para las pequeñas y medianas organizaciones y grandes empresas dedicadas a la producción, agroindustria y comercialización del producto; por la demanda de innovaciones y de transferencia tecnológica y sobre todo como una alternativa para la seguridad alimentaria de la humanidad.

La quinua, actualmente está tomando gran importancia en la alimentación humana por su alto valor nutritivo, dado por el balance adecuado de aminoácidos esenciales, elevada lisina en sus semillas y hojas, buen contenido de vitaminas, alto contenido de calcio y hierro, así como que se puede utilizar en la alimentación humana, durante todo el ciclo de la planta, al inicio para aprovechar sus hojas y plántulas, a medio ciclo de desarrollo para consumir sus inflorescencias y a la cosecha el grano (Mujica *et al.*, 2001)

La quinua tiene una enorme potencialidad para competir en el mercado, sobre todo la quinua orgánica, la demanda por los países industrializados ha elevado su precio en el mercado de exportación (Carrasco, 2001).

### **c) Fenología de la quinua**

Mujica *et al.*, (2001), indica que la quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado doce fases fenológicas:

#### **Emergencia**

Es cuando las semillas germinan y emergen del suelo a manera de una cabeza de fósforo. Es distinguible solo cuando uno se observa. Ocurre a los 5-6 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad.

#### **Dos hojas verdaderas**

Es cuando los cotiledones emergidos se separan y muestran las dos hojas cotiledonales extendidas de forma lanceolada angosta. Las plántulas presentan en forma nítida a los 7 a 10 días después de la siembra. En muchos casos se puede distinguir la coloración que tendrá la futura planta sobre todo las pigmentadas de color rojo o púrpura.

#### **Cuatro hojas verdaderas**

Es cuando ya se observa dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas; se nota, aun, las hojas cotiledonales en la base. Hay inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas. Esta fase ocurre de los 25-30 días después de la siembra. La planta tiene buena resistencia a la sequía y al frío, por su desarrollo radicular.

#### **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 más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas y al anochecer, stress por déficit hídrico o salino.

### **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 de los 45 a 50 días de la siembra, en esta fase la parte más sensible a las bajas temperaturas y heladas no es el ápice sino por debajo de éste, y en caso de bajas temperaturas que afectan a las plantas, se produce el "Colgado" del ápice. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria para las quinuas de valle.

### **Inicio de panojamiento**

La inflorescencia se nota que va 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. En esta etapa ocurre el ataque de la primera generación de *Eurisacca quinoae* "Kcona Kcona", formando nidos, enrollando las hojas y haciendo minas en las hojas.

### **Panojamiento**

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, ello ocurre de los 65 a los 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales.

### **Inicio de floración**

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

### **Floración o antesis**

La floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentran 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  $38^{\circ}\text{C}$  se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas.

### **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, lo que ocurre de los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente.

### **Grano pastoso**

El estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de “kcona Kcona” (*Eurisacca quinoa* Povolny) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano.

### **Madurez fisiológica**

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, Ocurre de los 160 a 180 días 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 período de llenado del grano; así mismo, en esta etapa ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación.

#### d) Características de la quinua Variedad SALCEDO – INIA

Seleccionada en la estación experimental de Patacamaya, cruza de las variedades “Real Boliviana” X “Sajama”. Introducida en Puno en 1989, es de grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro de color blanco. 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. Planta de color verde, 1.50 m. de altura, de ciclo vegetativo precoz de 160 días, 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 & Delgado, 2005).

Marca & Espinoza, (2015), han determinado que la quinua, variedad **Salcedo INIA** tuvo un rendimiento de 3,690 kg/ha, en condiciones de la costa de Arequipa.

Apaza & Delgado (2005), describen las siguientes características:

##### De la planta

- Altura de la planta : 1.26m
- Diámetro de tallo : 2.4cm
- Color de tallo : Verde
- Presencia de axilas pigmentadas : Ausente

##### De panoja

- Diámetro : 10cm
- Longitud : 40cm
- Peso grano/panoja : 39.8g
- Color en madurez : Blanco
- Forma : Glomerulada

- Densidad : Compuesta

### De hoja

- Longitud máxima del peciolo : 3.7cm
- Longitud máxima de la hoja : 5.7cm
- Ancho máximo de la hoja : 4.4cm

### Del grano

- Color : Blanco
- Tamaño : 2.0mm
- Peso de 1000 granos : 3.7g.
- N<sup>o</sup> de granos en un gramo : 347
- N<sup>o</sup> de granos /panoja : 5 811
- % de saponina : 0.020

### Características agronómicas

- Periodo vegetativo : Precoz de 150 días
- Resistencia a heladas : -2° C
- Respuesta al mildiu : Tolerante

### Agroecología

- Clima : Semi seco y frio
- Zona agroecológica : Circunlacustre y suni
- Altitud : de 3 815 hasta 3 950 msnm
- Precipitación : 400 – 560mm
- Temperatura óptima : 6°C a 17°C
- Textura del suelo : Franco, Franco arenoso
- pH : de 5.5 a 7.8

### 1.1.2. Hongos endófitos

Los hongos endófitos son organismos simbiotes, viven en asociación con plantas en la mayor parte o en todo su ciclo de vida, y se encuentran dentro de los tejidos, en los espacios intercelulares y algunas veces, intracelularmente en hojas, tallos y flores, absorbiendo nutrientes de la planta sin producir síntomas de enfermedad. En algunos casos, los hongos endófitos confieren beneficios a la planta que pueden resultar mutuos, utilizan los nutrientes que sintetiza la planta y ésta se beneficia de los metabolitos bioactivos que ellos mismos producen. Varias especies de endófitos son recuperados de diferentes fragmentos de la misma planta, y algunos endófitos se pueden encontrar en partes específicas de la planta tales como raíces, hojas o ramas, mientras que otros pueden infectar a varias de estas secciones (Bacon & Hinton, 1996).

Existen muchas investigaciones que se centran en el estudio de endófitos como agentes de control biológico de patógenos e insectos y aplicados con éxito para la protección de las plantas. Siendo, los mecanismos potenciales de los hongos endófitos: la inhibición de patógenos de plantas por efecto directo, indirecto y ecológicos, producción de antibióticos por hongos endofitos, siendo algunos antifúngicos y antibacterianos que inhiben el crecimiento de los patógenos de plantas, secreción de enzimas líticas, que pueden hidrolizar una amplia variedad de compuestos polímeros, incluyendo la quitina, proteína, celulosa, hemicelulosa y el ADN, inducción y mejora de la resistencia en la planta a factores bióticos y abióticos, estimulación de los metabolitos secundarios de las plantas, promoción del crecimiento vegetal inducido por hongos endófitos, que evitará una gran variedad de estrés biótico y abiótico (Gao, Dai & Liu, 2010).

Los endófitos pueden infectar a las plantas por medio de la transmisión horizontal, cuando su inóculo se transporta a otra planta, o vertical cuando infectan a la semilla progenie de una planta infectada. La transmisión horizontal parece ser el principal mecanismo de dispersión entre las especies de endófitos. Algunos estudios han demostrado que las semillas y las plántulas están prácticamente libres de endófitos, y la incidencia de hongos endófitos se incrementa a medida que las hojas o las semillas crecen. Así mismo, semillas producidas por una planta infectada por estos microorganismos darán lugar a plantas infectadas asintomáticas (Arnold *et al.*, 2003).

Los géneros que se encuentran en las hojas y ramas son: *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Xylaria* y *Phomopsis*, mientras que los endófitos dominantes de troncos son géneros que generalmente son conocidos como hongos del suelo (por ejemplo, *Clonostachys* y *Trichoderma*) (Mejía *et al.*, 2008).

#### a) Diversidad y distribución

Todas las plantas de la tierra pueden ser hospederos de al menos un hongo endófito e inclusive los endófitos han sido aislados de plantas acuáticas y se encontraron antes del año 2000 un promedio de 50 especies de endófitos por especie de planta (Stone *et al.*, 2000), además la edad de la planta tiene un efecto sobre la diversidad de endófitos, así como el tiempo de exposición del incremento del inóculo de endófitos (Arnold *et al.*, 2003).

Los géneros que se encuentran en las hojas y ramas son: *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Xylaria* y *Phomopsis*, mientras que los endófitos dominantes de troncos son géneros como *Clonostachys* y *Trichoderma* conocidos como hongos del suelo (Mejía *et al.*, 2008).

En la zona altiplánica Bolivia, se aislaron un total de 104 aislados de bacterias y hongos endófitos (55 son de raíz, 8 de tallo y 41 de hoja) de 11 plantas de *Chenopodium quinoa* (Claros *et al.*, 2010). Sin embargo, se han estudiado estos hongos en taxones vegetales tropicales en palmas, orquídeas y otras epífitas como Sapotaceae, Fabaceae, Casuarinaceae, Ochnaceae, Olacaceae, Asteraceae, Anacardiaceae, Meliaceae, Rubiaceae, Magnoliaceae y Sterculiaceae (Gamboa-Gaitán, 2006).

En Perú se han realizado estudios sobre la composición de comunidades de hongos endófitos de cacao nativo en cuencas del alto amazonas, en donde aislaron hongos presentes de tejidos de los tallos y hojas, lograron identificar diecisiete géneros, siendo *Trichoderma* y *Clonostachys* los de importancia para el biocontrol de enfermedades (Arévalo *et al.*, 2010; Leon *et al.*, 2010; Márquez *et al.*, 2010).

### **b) Colonización de los hongos endófitos**

Muchos de los endófitos infectan partes de la planta en forma localizada, siendo restringido a un área pequeña del tejido tales como raíces, hojas o ramas, mientras que existen especies de endófitos sistémicos que pueden infectar a varias de estas secciones y son aislados a partir de múltiples fragmentos de la misma planta (Bacon y Hinton, 1996; Bailey *et al.*, 2008; Bailey *et al.*, 2006; Stone *et al.*, 2000). Del mismo modo, Arnold *et al.* (2003) señalan que la diversidad de endófitos varía de acuerdo a la edad de la planta y tiempo de exposición del incremento del inóculo de endófitos en donde partes viejas de la planta puede albergar más endófitos que los más jóvenes.

Endófitos de especies de *Trichoderma* spp fueron aislados de troncos y mazorcas de especies de *Theobroma*, siete cepas se utilizaron para la colonización endófito en plántulas de cacao. Todas las cepas estudiadas fueron capaces de colonizar las plántulas, tres cepas fueron los más eficientes a través de los métodos de inoculación y la mayoría de las cepas fueron capaces de establecer una relación endofítica con el cacao; asimismo, *T. hamatum* DIS 219b en plántulas de cacao indujo tolerancia al estrés hídrico por sequía. (Arévalo *et al.*, 2010; Bailey *et al.*, 2008; Bailey *et al.*, 2006).

### **c) Transmisión y adquisición de los endófitos**

Los endófitos pueden infectar a las plantas por medio de la transmisión horizontal, cuando su inóculo se transporta a otra planta, o vertical cuando infectan a la semilla progenie de una planta infectada; siendo la transmisión horizontal el principal mecanismo de dispersión entre las especies de endófitos (Carroll, 1988), algunos estudios han demostrado que las semillas y las plántulas están prácticamente libres de endófitos, y la incidencia de hongos endófitos se incrementa a medida que las hojas o las semillas crecen. Por consiguiente, semillas producidas por una planta infectada por estos microorganismos darán lugar a plantas infectadas asintomáticas (Arnold *et al.*, 2003; Schardl *et al.*, 2004).

#### **d) Mecanismos de los hongos endófitos en la protección de la planta contra los patógenos.**

Existen muchas investigaciones que se centran en el estudio de endófitos como agentes de control biológico de patógenos e insectos y aplicados con éxito para la protección de las plantas. Los mecanismos potenciales de los hongos endófitos: la inhibición de patógenos de plantas por efecto directo, indirecto y ecológicos, producción de antibióticos por hongos endófitos, siendo algunos antifúngicos y antibacterianos que inhiben el crecimiento de los patógenos de plantas, secreción de enzimas líticas, que pueden hidrolizar una amplia variedad de compuestos polímeros, incluyendo la quitina, proteína, celulosa, hemicelulosa y el ADN, inducción y mejora de la resistencia en la planta a factores bióticos y abióticos, estimulación de los metabolitos secundarios de las plantas, promoción del crecimiento vegetal inducido por hongos endófitos, que evita una gran variedad de estrés biótico y abiótico (Gao *et al.* , 2010; Gunatilaka 2006; Kuldau y Bacon, 2008)

Algunas especies de estos hongos, inducen mecanismos de defensa en plantas infectadas por estos endófitos, y cuando son atacadas las plantas por sus patógenos hay una respuesta de defensa con muerte celular localizada (Dingle y Mcgee, 2003; Waller *et al.*, 2005).

Existen reportes sobre el control de patógenos de importancia en la agricultura por medio de hongos endófitos, siendo el estudio más impactante en especies tropicales, donde se detectó un antagonismo entre hongos endófitos naturales y agentes patógenos del cacao, una mezcla de seis especies de hongos endófitos aislados de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) fueron utilizados para inocular hojas de plántulas libres de endófitos de esta especie vegetal, la severidad de la enfermedad de una hoja causada por *Phytophthora*. sp fue significativamente reducida en hojas inoculadas con endófitos (Arnold *et al.*, 2003). De la misma forma, en tejidos de cacao sanos se aislaron hongos endófitos para seleccionar in vitro el antagonismo contra los principales patógenos del cacao. De las morfoespecies de endófitos evaluados, el 40% (21/52), el 65% (28/43) y el 27% (4/15) mostraron en el antagonismo in vitro contra *Moniliophthora roreri* (monilia), *Phytophthora palmivora* (rot pod negro) y *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja)

respectivamente, y un aislamiento de *Trichoderma* sp resultó ser parásito de *M. roreri* (Mejía *et al.*,2008).

Diecisiete géneros de hongos endófitos fueron aislados de cacao y se determinaron su efecto antagonico (antibiosis y micoparasitismo) hacia los principales patógenos de cacao (*Moniliophthora roreri*, *Moniliophthora pernisiosa* y *Phytophthora palmivora*), siendo los aislamientos As-E-5, Pen-E-11 y Cl-E-50 los que presentaron mejor inhibición micelial para los tres patógenos, trabajos similares se realizaron con 31 cepas de *Trichoderma* spp endófito hacia los mismos patógenos de cacao, en donde se encontró que diez cepas inhibieron significativamente el crecimiento micelial de los patógenos (Arévalo *et al.* , 2010; Leon *et al.* , 2010; Márquez *et al.* , 2010).

### 1.1.3. *Trichoderma* sp.

Los hongos del género *Trichoderma* se han conocido desde al menos la década de 1920 por su capacidad para actuar como agentes de control biológico contra patógenos de las plantas. Son de rápido crecimiento, habituales de suelos forestales, agrícolas y pastizales, se han aislado en todos los continentes, muestra preferencia por los suelos ácidos y ricos en materia orgánica, siendo el hierro un elemento esencial para su correcto desarrollo. (Harman, 2006; Mukherjee *et al.*, 2012)

Asimismo, puede crecer dentro de un amplio rango de temperaturas y son capaces de sobrevivir cuando las condiciones ambientales no son favorables, pueden modificar la rizosfera, presentan la capacidad de transportar rápidamente la glucosa lo que les da una ventaja en la competencia de nutrientes y pueden promover el crecimiento de las plantas y mejorar mecanismos de defensa (Benítez *et al.*, 2010).

Ciertas especies de *Trichoderma* spp (*T. harzianum*, *T. atroviride*, *T. asperellum*, *T.hamatum*, *T. gamsii*, *T. viride* o *T. virens*) son considerados antagonistas naturales de fitopatógenos y son ampliamente utilizados en la agricultura, muestra una amplia gama de hospedantes y dentro de ellos están los hongos fitopatógenos de importancia, además, se destacan entre las más utilizadas para el biocontrol de patógenos fúngicos del suelo (Carrero-Carrón *et al.* , 2016; Crozier *et al.* , 2015; Chaves *et al.* , 2016; Guédez *et al.* , 2009; Hanada *et al.* , 2008; Harman, 2006).

Los mecanismos de acción de *Trichoderma* spp. como agente de biocontrol y en interacción con la planta son varios: (i) una especial habilidad para parasitar hongos fitopatógenos, debido a la producción de enzimas hidrolíticas de la pared celular: glucanasas, quitinasas y proteasas (ii) la competencia por espacio y nutrientes, especialmente en la rizosfera; (iii) la capacidad de promover el desarrollo de planta y raíces, así como, aumentar la captación de nutrientes y la eficacia fertilizante en la planta, y la resistencia a estreses ambientales, (iv) la estimulación de las defensas de la planta frente a patógenos, y (v) la producción de antibióticos. (Bailey *et al.*, 2008; Bailey *et al.*, 2006; Harman, 2006; Samuels, 1996)

Sin embargo, los avances recientes demuestran que los efectos de *Trichoderma* spp en las plantas, inducen resistencia sistémica o localizada, el aumento de crecimiento de la planta y la absorción de nutrientes, desactivación de enzimas del patógeno, entre otros, siendo la inducción de la defensa de la planta y el micoparasitismo el principal mecanismo de acción de este hongo. Mientras mayor sea la probabilidad de que un aislamiento de *Trichoderma* manifieste varios modos de acción; más eficiente y duradero será el control sobre el patógeno, aspectos que no poseen los plaguicidas químicos (Infante *et al.*, 2009; Mukherjee *et al.*, 2012).

Algunas especies del género *Trichoderma* spp son capaces de colonizar raíces de las plantas e inducir el crecimiento y la resistencia a las enfermedades; sin embargo, en investigaciones recientes han identificado cepas de muchas de especies de *Trichoderma* spp que son endofitos sobre los tejidos de plantas sanas. Igualmente, se ha observado que algunas especies del endofítico *Trichoderma* son capaces de inducir la producción de compuestos relacionados con la defensa y algunos genes implicados en respuestas de defensa de las plantas al estrés abiótico (Bae *et al.*, 2009; Bailey *et al.*, 2008; Cummings *et al.*, 2016; De Souza *et al.*, 2008; Toghueo *et al.*, 2016).

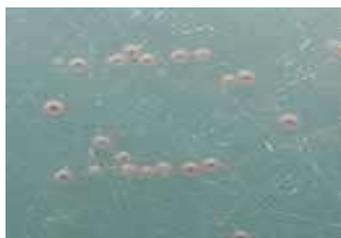
#### **1.1.4. Microorganismos Eficientes (EM).**

EM es un producto biológico en el que coexisten varios tipos de microorganismos benéficos que no han sido modificados genéticamente, ni sintetizados químicamente. Los microorganismos benéficos de origen natural presentes en el EM pertenecen a 3 grupos principales: bacterias ácido-lácticas (usadas comúnmente en la elaboración de yogurt, quesos, etc.), levaduras (usadas en la industria de panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias

fototróficas ó fotosintéticas (presentes comúnmente en diversos ecosistemas). Los Microorganismos Eficaces (EM, por sus siglas en inglés) se encuentran en un medio líquido con un pH no mayor de 3,5. (BIOEM, 2016).

#### **a) Base de la tecnología EM.**

Los microorganismos benéficos contenidos en el EM están dispuestos en un medio líquido donde se desarrollan de manera sinérgica y complementaria. Los microorganismos que forman el EM desempeñan individualmente funciones esenciales. Sin embargo, el éxito de la Tecnología EM radica en la coexistencia de éstos en el mismo medio, la cual promueve mayores beneficios que los producidos por los mismos de forma independiente. La comunidad simbiótica de microorganismos creada en el EM no tiene un efecto aislado, ya que cuando se desarrollan colectivamente, los microorganismos nativos del medio empiezan a trabajar de la misma manera que los Microorganismos Eficaces. Al entrar en contacto con la materia orgánica, los Microorganismos Eficaces secretan sustancias benéficas como enzimas, ácidos orgánicos, y antioxidantes, cambian la micro y macro flora del medio y mejoran el equilibrio natural. De ésta manera, los microorganismos patógenos causantes de enfermedades son inhibidos por competencia microbiana. La tecnología EM fue desarrollada a lo largo de muchos años por el Dr. Teruo Higa, mientras era catedrático de la Universidad de Ryukus, Japón. Después de años de investigación, el EM-1 salió al mercado japonés por primera vez en el año 1982. Inicialmente, el EM estaba considerado como una alternativa a los productos químicos en el sector agrícola. Sin embargo, los beneficios de su uso se fueron expandiendo a otras áreas. Actualmente, el EM se produce en 59 países y se distribuye en más de 120 países en 5 continentes. Es utilizado con gran eficacia en áreas como agricultura, ganadería, avicultura, porcicultura, acuicultura, manejo de desechos, y medio ambiente. Recientemente, las investigaciones han permitido extender sus beneficios al sector industrial y de la salud. Cabe resaltar, que el EM no es un producto químico sintético ni se comercializa como medicina (BIOEM, 2016).

**Bacterias fototrópicas****Bacterias ácido lácticas****Levaduras***Figura 1* .Principales microorganismos componentes del EM-1

Fuente: (BIOEM, 2016)

- a) **Bacterias fotosintéticas** (*Rhodospseudomonas plastrus*, *Rhordobacter spaeroides*): Son microorganismos independientes y que se conservan por si solos. Crean sustancias provechosas de las secreciones de las raíces, de material orgánico o de gases dañinos (sulfato de hidrógeno), aprovechando la luz del sol y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias que crean contienen aminoácidos, ácido nucleico y sustancias bioactivas. Ellos sintetizan la glucosa que beneficia el crecimiento de las plantas, pero que también fortalece la eficacia de los Actinomices. Las bacterias de fotosíntesis sostienen la actividad de otros microorganismos, pero al mismo tiempo utilizan las sustancias producidas por otros microorganismos (Mau, 2006)
- b) **Bacterias de ácido láctico** (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*): los cuales producen el ácido láctico del azúcar y de los otros hidratos de carbono que producen las bacterias fotosintéticas y la levadura. Ya hace mucho tiempo que alimentos y bebidas como el yogurt y la verdura en conserva se elaboran con bacterias de ácido láctico. El ácido láctico obra como un fuerte esterilizador: oprime los microorganismos dañinos y fomenta una rápida descomposición del material orgánico (Mau, 2006)
- c) **Levadura** (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*); sintetizan las sustancias útiles de los aminoácidos y del azúcar que son segregados por las bacterias fotosintéticas, además de producir hormonas y enzimas que activan la división de células. Sus secreciones son sustratos útiles para los microorganismos activos como las bacterias de ácido láctico y los actinomicetos (Mau, 2006).
- d) **Actinomyces** (*Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*); Su estructura está entre las de las bacterias y la de los hongos; producen sustancias de aminoácidos que

segregan las bacterias fotosintéticas y el material orgánico. Estas sustancias reprimen los hongos y las bacterias dañinas y aceleran los enlaces de nitrógeno de las azotobacterias (Bacterias de nitrógeno). Se encuentran en los nudillos de las raíces de las plantas que recogen nitrógeno (Leguminosas) como el trébol y los guisantes (Mau, 2006).

e) **Hongos** (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*); los cuales, favorecen la fermentación, descomponen rápidamente el material orgánico con lo cual se obtiene alcohol, éter y sustancias contra varios microbios nocivos. Eliminan los olores e impiden la aparición de insectos y bichos dañinos (Mau, 2006)

## b) Usos del EM

Los microorganismos que se encuentran en el EM pertenecen a 3 grupos bien conocidos; a saber: las bacterias ácido lácticas (usadas en la elaboración de yogurt, quesos, etc.), levaduras (usadas para hacer panes, cervezas, vinos, etc.) y bacterias fototróficas ó fotosintéticas (presentes en las algas verdes e en cualquier partícula de suelo). Así como en los procesos de fermentación más conocidos, el EM acelera la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas y fibras, promoviendo la rápida descomposición de la materia orgánica. Aunado a esto, el EM trabaja en dos vías primarias: a) por exclusión competitiva de otros microorganismos nocivos y b) por la producción de subproductos beneficiosos como enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, hormonas, y antioxidantes que promueven la salud del medio ambiente. La cualidad facultativa del EM le permite extender sus beneficios a ambientes anaeróbicos y aeróbicos. Por actuar a través de la fermentación, el uso del EM contribuye con la eliminación de los malos olores (BIOEM, 2016).

## c) Aplicaciones en agricultura

El EM como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, e incrementando la producción de los cultivos. Además, promueve una agricultura y medio ambiente más sostenibles a través de la conservación de los recursos naturales. Entre los efectos del EM en el desarrollo de los cultivos se encuentran:

**En semilleros.** - Aumenta la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico. Aumenta el vigor y crecimiento del

tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incrementa las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

**En las plantas.** - Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que puede inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades. Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueve la floración, fructificación y maduración, por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

**En los suelos.** - Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades.

#### **d)Efectos del EM**

**En las condiciones físicas del suelo:** Mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. Disminuye la frecuencia de riego, ya que incrementa la capacidad de los suelos para absorber el agua de lluvia, evitando a su vez la erosión por arrastre de partículas.

**En las condiciones químicas del suelo:** Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

**Efectos en la microbiología del suelo:** Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

#### **Plagas de la Quinua**

##### **Complejo Polillas de la quinua “Kcona Kcona”:**

- *Eurysacca quinoae*

- *Eurysacca melanocampta*

#### Complejo Noctuide “Ticuchis):

- *Helicoverpa quinoa*

- *Copitarsia incommoda*

- *Copitarsia decolora*

- *Agrotis ípsilon*

#### Plagas ocasionales:

- Escarabajo negro

- Pulguilla saltona

- Mosca minadora

- Cigarritas

- Pulgones

- Gusano Medidor

- Trips

#### Plagas de aves

La quinua es uno de los principales cultivos en el altiplano peruano, muy revalorado actualmente por sus cualidades nutricionales, pero con fuertes incidencias de aves-plaga que pueden mermar significativamente su productividad. Al realizar la evaluación de la avifauna granívora en el cultivo de quinua y sus potenciales niveles de daños en Puno, se determinó que Frecuentaron al campo de cultivo 12 especies de aves de un total de 9523 individuos, predominando *Patagioenas maculosa* (Temminck) (28,76 %), *Zenaida auriculata* (Des Murs) (22,15 %), *Sicalis uropygialis* (D'Orbigny y Lafresnaye) (25,61 %) y *Zonotrichia capensis* (Muller) (20,28 %). Las mayores poblaciones se observaron en el período de grano en madurez fisiológica en los meses de otoño con 35,5 % de todas las poblaciones y en grano lechoso los menores niveles con 13,2 %; las visitas ocurrieron principalmente en las mañanas (43,56 %), luego al mediodía (30,84 %) y finalmente en la tarde (25,59 %). Los granos de quinua constituyeron el 82,66 % de la dieta en *P. maculosa*, 70,13 % en *S. uropygialis*, 59,46 % en *Z. auriculata*, y 35,90 % en *Z. capensis*, consumiendo cada una de estas especies un aproximado de 23,79 g, 15,54 g, 1,5 g y 0,54 g de granos por día, respectivamente. De acuerdo a las incidencias poblacionales y la

capacidad de consumo, se consideran plagas claves a las dos primeras especies, y a la tercera y cuarta como plagas potenciales (Loza *et al.*, 2016).

#### 1.1.5. *Eurysacca* sp.

Constituido por 2 especies identificadas como: *Eurysacca quinoae* Povolny, y *Eurysacca melanocampta* Meyrick (Lepidóptera: Gelechiidae), las 2 especies se encuentran distribuidos básicamente en el área andina, constituyéndose la plaga clave y la más importante del cultivo de quinua. El daño lo realizan las larvas por efecto de su alimentación desde las primeras etapas fenológicas de la planta, el daño se acrecienta en las etapas de grano lechoso y grano pastoso, a medida que las larvas crecen (estadios larvales IV y V), muelen los granos (Apaza & Delgado 2005). En la zona agroecológica circunlacustre del departamento de Puno la población de *E. quinoae* Povolny, es de 98% y solo 2% de *E. melanocmpata* Meyrick (Mendoza & Delgado 2004).

#### **Características morfológicas:**

El adulto es una polilla pequeña, de aproximadamente 9 mm de longitud, con expansión alar de 15 a 16 mm, de color gris parduzco a amarillo pajizo, cabeza cubierta con abundantes escamas, ojos compuestos visibles; antenas de tipo filiforme de aproximadamente 5 mm de longitud con escamas oscuras, ojos compuestos visibles; antenas de tipo filiforme de aproximadamente 5 mm de longitud con escamas oscuras en la parte apical. Pieza bucal tipo chupador en forma de sifón con presencia de 2 palpos labiales largos y grandes bien diferenciados con cobertura de escamas cortas y pequeñas. Tórax corto, aproximadamente de 1,5 mm de largo y 1 mm de ancho, no muy bien diferenciado a simple vista, cubierto con escamas de color pajizo. Ala anterior gris pardusca clara, con presencia de 2 manchas oscuras pequeñas ubicadas hacia el centro de la ala, presencia de puntos oscuros y alargados en el ápice; escamas oscuras en el ápice, formando una raya conspicua; ala anterior hialina sin maculaciones. Los tres pares de patas muy bien diferenciables, primer par corto, con escamas más oscuras que las otras, sin presencia de espuelas; el segundo par con presencia de 1 espuela a manera de estilete ubicada en la tibia; las patas posteriores relativamente largas que las otras dos ímpares, mide aproximadamente siete mm de largo con presencia de dos pares de espuelas una más corta que la otra, ubicados también en la tibia. Abdomen con 8 segmentos, aproximadamente de 3,5 mm de

longitud. El dorso con 3 franjas oscuras en cada segmento formando líneas a lo largo de los costados y una línea central; líneas intersegmentales con escamas de color claro pajizo bien diferenciadas. Parte ventral cubierta por escamas de color claro, líneas intersegmentales con escamas de color oscuro bien diferenciadas. Primer segmento corto y achatado en la base unida al tórax, y el último segmento alargado y cónico con escamas largas de color pajizo claro a manera de un penacho. El macho se diferencia de la hembra por ser más pequeño de color más claro y la presencia de aedeagus en forma notoria. Según Rasmussen, *et al.*, (2001), la diferencia que se presenta entre *Eurysacca quinoae* y *Eurysacca melanocampta*, no está en los órganos genitales sino expresamente en las manchas alares o maculaciones (Apaza & Delgado, 2005).

Los huevos son pequeños de forma ovoide, superficie lisa, de 0,4 a 0,5 mm de longitud de color blanco cremoso y posteriormente blanco cenizo próximo a la eclosión (Apaza & Delgado, 2005).

Las larvas son eruciformes y poseen cinco pares de pro patas, cuerpo cilíndrico y alargado, color variable, blanco cremoso recién emergida y a amarillo verdoso a marrón oscuro con manchas oscuras a rosadas, dando el aspecto de bandas, se encuentran cubiertas de finos pelos en hileras dorsales y laterales, las larvas recién eclosionadas miden 0,85 mm de longitud y en el quinto estadio larval hasta 11,5 mm de longitud (Apaza & Delgado, 2005).

Las pupas son de tipo obtecta o momificada de forma elíptica, color marrón claro a bruno de 6 a 8 mm de longitud (Apaza & Delgado, 2005).

### **Biología y Comportamiento:**

Los adultos son de actividad nocturna y crepuscular, durante el día permanecen quietos, pudiendo realizar vuelos cortos para refugiarse en grietas oscuras, en el envés de las hojas o en los glomérulos de las panojas de quinua. Las polillas hembras ovipositan en las inflorescencias, en la cara inferior de las hojas tiernas, en las axilas foliares o en los brotes, son depositados en grupos de 30 a 40 y raramente en forma aislada, una hembra puede ovipositar un promedio de 200 huevos. La longevidad promedio de machos y hembras es de 47 y 62 días (Apaza & Delgado, 2005).

Después de 8 a 1 días de la oviposición, se produce la eclosión de las pequeñas larvitas, las que empiezan alimentarse ya sea minando el parénquima de las hojas, destruyendo el ovario de las flores o los órganos lechosos. La “Kcona Kcona” presenta cinco estadios larvales en su periodo de crecimiento y desarrollo. Las larvas de primer y segundo estadio se comportan por lo general como minadores, mientras que los de tercer, cuarto y quinto estadio son masticadores, anidan en el limbo foliar, en los últimos brotes, botones florales o dentro de los glomérulos de las inflorescencias formando un estuche sedoso blanquecino y pegajoso dentro del cual se alimentan. La duración promedio del periodo larval es de 36 días. Todos los estadios larvales tienen la capacidad de producir un finísimo hilo de seda de color blanquecino, siendo este material utilizado para trasladarse de los órganos apicales a los basales de la planta, así como para construir los escondrijos o estuches de cobijo. Las larvas de “Kcona Kcona” son muy activas, cuando se les molesta mueven la parte caudal del abdomen semejante a la cola del pescado. Al finalizar su desarrollo las larvas se dirigen al suelo donde buscan pequeñas grietas o si se trata de suelos arenosos se abren paso desapareciendo rápidamente, a una profundidad promedio de 3 mm, formando un cocón de o cámara en cuyo interior empupan, pero pueden hacerlo también adherido a la parte inferior de los tallos, hojarasca, terrones o desperdicios, el periodo de prepupa y pupa dura entre 3 y 25 días respectivamente. En las condiciones del altiplano peruano, el ciclo biológico dura aproximadamente 80 días pudiendo presentarse 2 a 3 generaciones por año dependiendo de las condiciones ambientales. Citado por (Apaza & Delgado, 2005).

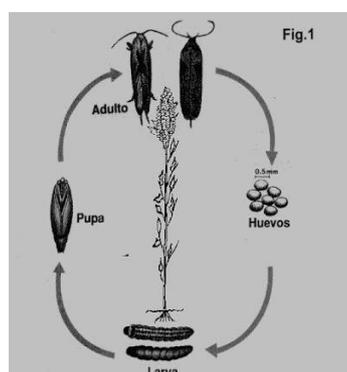


Figura 2. Ciclo Biológico de *Eurysacca* sp.  
Fuente: (Apaza & Delgado, 2005)



Figura 3. Adulto y larva (estado dañino) de *Eurysacca quinoae*

Fuente: (Apaza & Delgado, 2005)

### **Daños:**

Se considera que las larvas de “Kcona Kcona” durante las diferentes fases del cultivo pueden realizar 2 tipos de daño:

- a) El producido por larvas al pegar, minar y alimentarse de hojas ocasionando comeduras; se estima que, si la población es alta, el follaje puede ser consumido totalmente; se trata en este caso de un daño indirecto.
- b) El producido por larvas al alimentarse directamente de los granos, que constituyen los daños más importantes económicamente, por ser directamente al fruto.

El ataque de esta plaga se intensifica con los periodos de escasez de precipitaciones pluviales y temperaturas altas propias de “veranillos”. El perjuicio larval, se expresa en términos de pérdida en rendimiento del grano; aunque, el daño no siempre implica perjuicio a la planta. *E. quinoae* durante la cosecha, disminuye los rendimientos en calidad y cantidad de grano de 40% a 50% (Apaza & Delgado, 2005).



Figura 4. Daños en la panoja de quinua por efectos de alimentación de larva de “Kcona Kona”

Fuente: INIA – 2010

#### **Umbral de daño económico (UDE):**

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) considera el uso de diversas medidas de control, entre ellos la aplicación de productos químicos cuando la densidad de la plaga sobrepasa el UDE. A pesar de la dificultad para determinar el UDE, este concepto debe ser considerado por el agricultor al momento de tomar la decisión de control y no actuar de acuerdo a un calendario de aplicaciones o simplemente cuando se detectan los primeros individuos de la plaga. En la medida que se implementen en la chacha el monitoreo y otros conceptos de MIP, la determinación o el cálculo de umbrales de daño pueden realizarse de manera empírica, llevando registros periódicos de la densidad de plaga, costos de aplicación y volúmenes de producción, para relacionarlos año tras año. Blanco (1994), determinó que el Umbral de Daño Económico para *Eurysacca* en quinua es de 5 a 6 larvas por panoja (Apaza & Delgado, 2005).

#### **1.2. Antecedentes**

Aracena & Tolaba (2015) indican que la determinación del costo de producción de los cultivos, es importante para poder evaluar la rentabilidad que presenta la actividad productiva. Además, es necesario para conocer la demanda de insumos, distribución de la mano de obra, utilización de maquinarias, etc.; constituyendo un material valioso para la toma de decisiones. Concluimos que, bajo un buen manejo de cultivo, la quinua sería rentable

hasta en las zonas marginales de producción en la Quebrada de Humahuaca donde otros cultivos no podrían prosperar por las características agronómicas adversas. De esta manera, este trabajo contribuye a confirmar que la quinua es una alternativa viable de producción en consideración a los cultivos que se producen tradicionalmente en esta zona.

Harman *et al.* (2004) mencionan que las actividades beneficiosas atribuidas a las interacciones de *Trichoderma* / planta incluyen la promoción del crecimiento vegetal, la tolerancia y resistencia a fitopatógenos promoviendo el crecimiento de las plantas, incrementando la disponibilidad de nutrientes y mejorando la producción y rendimiento de los cultivos.

Ortuño & Navia (2010) en varios años de investigación han desarrollado una estrategia de manejo integrado de quinua orgánica, basada en el uso de bioinsumos, que mantiene la sanidad de las plantas e incrementa los rendimientos hasta 50%. Estos bioinsumos se han generado a partir de cepas nativas de microorganismos como TRICOBAL es un producto en base a microorganismos benéficos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* sp, se aplica a la siembra junto con abonos orgánicos. Actúan como biofertilizantes, promotores de crecimiento y biofungicidas. En todas las campañas agrícolas, los resultados obtenidos muestran que la tecnología con bioinsumos tuvo un efecto altamente positivo en el desarrollo y la producción del cultivo de quinua. Las parcelas mostraron significativamente un mayor desarrollo del cultivo, mayor tamaño de las plantas, mayor diámetro de tallos, mayor largo de las panojas, mayor sanidad de las plantas, y mayores rendimientos (mayores a 50%) y mayor calidad con respecto al manejo tradicional, siendo una alternativa importante para un manejo del cultivo de quinua más sustentable, más sensible con el medio ambiente y la salud del productor.

Agosin *et al.* (1999) señalan que *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras de crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristematicos primarios en las partes jóvenes de estas, acelerando un desarrollo más rápido. Su efecto ha sido comprobado en clavel, crisantemo, tagetes, petunia, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, frijol, pastos y ornamentales. Las semillas de pepino germinaron dos días antes que aquellas que no han sido inoculadas con el hongo. La floración de *Pervinca rosea*, aceleró el número de botones por planta. En crisantemo se incrementa también el número de botones, la altura y el peso de la planta son mayores que aquellas no tratadas. En plantas

de frijol, se estimuló la germinación, presentando un aumento en la altura de las plantas entre 70 % y 80 %, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente.

Stefanova *et al.* (2006) ha demostrado que con la aplicación del *Trichoderma* en el cultivo del maíz, las raíces han sido colonizadas por dicho microorganismo y requieren menos fertilizante nitrogenado, que el maíz no tratado; lo cual implica un ahorro del 35 al 40% de fertilizante.

IAB (2013) señala que *Trichoderma harzianum* es un hongo antagonista de patógenos vegetales, y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de planta, a las cuales coloniza rápidamente. Algunas cepas, son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que estas se desarrollan, una vez formulada el producto su aplicación, es fácil, puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, semilleros, trasplantes, bandejas y plantas de maceta, empleando cualquier método convencional. Además, *Trichoderma harzianum* tiene excelentes propiedades para el control biológico y a su vez es un excelente estimulador del crecimiento radicular.

Son escasos los estudios de hongos endófitos de *Chenopodium quinoa* Willd. a nivel nacional e internacional, siendo uno de los primeros trabajos en Bolivia sobre el aislamiento de bacterias y hongos endófitos en el cultivo de quinua, donde evaluaron 11 plantas de la zona altiplánica de las cuales se obtuvo un total de 104 aislados (55 son de raíz, 8 de tallo y 41 de hoja) (Claros *et al.*, 2010). Sin embargo, se han estudiado estos hongos en taxones vegetales tropicales en palmas, orquídeas y otras epífitas como Sapotaceae, Fabaceae, Casuarinaceae, Ochnaceae, Olacaceae, Asteraceae, Anacardiaceae, Meliaceae, Rubiaceae, Magnoliaceae y Sterculiaceae (Gamboa-Gaitán, 2006), y algunas especies de estos hongos, inducen mecanismos de defensa en plantas infectadas por estos endófitos, y cuando son atacadas las plantas por sus patógenos hay una respuesta de defensa con muerte celular localizada (Dingle & Mcgee, 2003).

Gicelli *et al.* (2013) reporta que *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* tienen un efecto negativo sobre los huevos de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Identificación del problema

El cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) actualmente, en el Perú ha alcanzado una demanda competitiva mundial. Sus principales mercados son Europa y Norteamérica, en donde prefieren quinua orgánica o ecológica (producida con técnicas amigables y prácticas agroecológicas libres de productos de la industria agroquímica) y este tipo de quinua está constituyéndose como líder a nivel internacional. El 60 % de la producción nacional de este grano se dirige hacia el mercado externo y además el 80% de la producción nacional se concentra en la Región Puno, donde se encuentra la mayor biodiversidad, superficie sembrada y cosechada; sin embargo, los rendimientos aún son considerados bajos (< 1200 kg/ha) (DRA-Puno, 2016.). Los factores determinantes en la baja producción de este cultivo es la incidencia de plagas y enfermedades ligado a factores abióticos propios del altiplano. El “mildiu” y la “kcona kcona” son los agentes biológicos que causan mayor perjuicio al cultivo de quinua (Delgado & Apaza, 2007). La “kcona kcona” (*Eurysacca* sp.), es la plaga clave y la más importante en el cultivo de quinua, tanto por su intensidad y continuidad. En condiciones favorables para su desarrollo y cuando no se aplica ninguna medida para su control pueden ocasionar pérdidas de hasta 100%. Algunos agricultores de la zona altiplánica para el control de esta plaga utilizan principalmente insecticidas órgano fosforados, poniendo en riesgo la salud ambiental y del consumidor del producto por efecto de los residuos tóxicos (Delgado & Apaza, 2007).

En tal sentido; es importante, fortalecer el manejo integrado de plagas y enfermedades existente, con estrategias ambientalmente sostenibles, socialmente aceptables y económicamente viables que protejan al cultivo del ataque de la “kcona Kcona”. Un aspecto

potencial es el uso de agentes biológicos (microorganismos) en la fertilización orgánica del cultivo de quinua que permita a la planta una mejor absorción de nutrientes, y que induzcan mecanismos de defensa contra esta plaga e incrementen la productividad del cultivo, permitiendo así disminuir efectos nocivos al medio ambiente, producir alimentos sin contaminantes y bajar los costos de producción para los pequeños y grandes agricultores. Uno de estos microorganismos, es el hongo del género *Trichoderma*, y otros microorganismos naturales son las levaduras y las bacterias ácidolácticas (*Lactobacillus*), que son conocidos como Microorganismos Eficaces (EM); que ayudan a la degradación de la materia orgánica, la fijación de nitrógeno, producción y liberación de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, solubilización de elementos minerales y protección frente a fitopatógenos, entre otros (Martínez, 2004) Además La aplicación de estos microorganismos mejorará el crecimiento y nutrición de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y, consecuentemente la planta fisiológicamente soportará el ataque de la plaga, que es objeto de estudio en el presente trabajo de investigación (Salgado & Cepero, 2005).

## 2.2. Enunciados del problema

Para la ejecución de la investigación se ha planteado las siguientes interrogantes:

**Pregunta General:** ¿Que influencia tendrán las cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM) en la incidencia de “kcona kcona” (*Eurysacca* sp.) y el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA?

**Pregunta Específica 1:** ¿En qué medida la aplicación de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM), influirán en la incidencia de “kcona kcona” (*Eurysacca* sp) en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA?

**Específica 2:** ¿En qué medida la aplicación de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM), influirán en el crecimiento y rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA?

**Pregunta Específica 3:** Cuánto será la rentabilidad económica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con la aplicación de cepas de *Trichoderma* endofito y Microorganismos Eficaces (EM)?

### 2.3. Justificación

En la región Puno, en los últimos 10 años se ha incrementado considerablemente las áreas de cultivo de quinua, de 23,378 hectáreas en la campaña agrícola 2004-2005 a 34,640 hectáreas en la campaña agrícola 2014 - 2015, (incremento en 32%) con un rendimiento promedio de 1 187.47 kg/ha y 1 118.65 kg/ha respectivamente (DRA-Puno, 2016), notándose que los rendimientos incluso han bajado relativamente. comparado con los rendimientos de la región Arequipa, donde superan los 2 834 kg/ha (DRA-Puno, 2016) . El bajo rendimiento es debido principalmente por efecto de agentes biológicos como plagas y enfermedades. “Mildiu” y “Kcona Kcona” que año tras año persisten en el cultivo causando daños que incluso pueden llegar al 100% (Delgado & Apaza, 2007), además ligado a factores abióticos propios del altiplano.

En tal sentido; es importante fortalecer el manejo integrado de plagas y enfermedades existente, con nuevas estrategias que puedan ser utilizadas por los productores de quinua. El uso de hongos endófitos ha recibido una creciente atención en los años recientes por la capacidad de biocontrol que tienen en plagas y enfermedades de diversos cultivos, inducción de resistencia a factores bióticos y abióticos, y de actuar como promotores de crecimiento de las plantas. Este grupo de microorganismos viven en asociación con plantas, asintóticamente dentro de tejidos vegetales sanos en los espacios intercelulares y, algunas veces, intracelularmente en las hojas y tallos de las plantas y han mostrado poseer un gran potencial económico en la agricultura y medicina (Salgado, *et al.*, 2005). Así mismo, existen microorganismos naturales muy conocidos como levaduras y las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*), que promueven un proceso de fermentación antioxidante benéfico, aceleran la descomposición de la materia orgánica y promueven el equilibrio de la flora microbiana; este complejo de microorganismos son conocidos como Microorganismos Eficaces (EM)

Debido a la importancia de estos microorganismos y su uso en el cultivo de quinua este proyecto será de gran aporte para la investigación científica, que servirá de base para el desarrollo de nuevos trabajos de investigación que estén orientados a la búsqueda de nuevos microorganismos para el biocontrol de plagas y enfermedades de diversos cultivos. Así mismo, el estudio y uso de cepas de *Trichoderma* sp. endófitos de *Chenopodium quinoa* Willd, y Microorganismos Eficaces (EM) generará nuevas tecnologías ecológicas para el manejo del cultivo de quinua y se incluirá como una estrategia más del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).

Además, la utilización de estos microorganismos en el cultivo de quinua dentro de una estrategia del MIPE, en el marco de una producción orgánica como demanda el mercado internacional, desencadenará procesos bioquímicos en la planta que ayudarán a generar resistencia en plantas a sus plagas y enfermedades, reduciendo costos de producción y permitiendo de esta manera la obtención de mejores índices de productividad, que faciliten al agricultor alcanzar mejores ganancias; en consecuencia el incremento de la productividad de la quinua mediante el uso de esta tecnología. Así mismo; la facilidad de utilización de estos microorganismos endófitos y EM permitirá a los productores del cultivo de quinua del Perú disponer de una alternativa sostenible para lograr el incremento de la productividad del cultivo reduciendo la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, quienes se beneficiarán directamente con esta innovación ubicándose en un nivel más competitivo, lo que repercutirá en la mejora de su propia calidad de vida familiar.

## 2.4. Objetivos

### 2.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM), en la incidencia de “kcona kcona” (*Eurysacca* sp.) y el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.

### 2.4.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto las aplicaciones de cepas de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en la incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.

Determinar el efecto de las aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en el crecimiento y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.

Determinar la rentabilidad económica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con la aplicación de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM).

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis general

El uso de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM), reducirá la incidencia de “Kcona kcona” (*Eurysacca* sp.) y mejorará el rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.

### 2.5.2. Hipótesis específicas

Las aplicaciones de cepas de *Trichoderma* endofito y Microorganismos Eficaces (EM), tendrán efecto positivo en la reducción de la incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.

Las cepas de *Trichoderma* endofito y Microorganismos Eficaces (EM) , influyen positivamente en el crecimiento y rendimiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.

La rentabilidad Económica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con el uso de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM) será positivo.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

La parcela experimental se identificó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani, Distrito de Platería, Provincia y Región Puno; ubicado a una altitud de 3850 msnm, en las coordenadas: latitud (sur) 15°14'36", longitud (oeste) 72°28'30"; durante los meses de enero a junio del 2017. Las cepas de *Trichoderma* sp. se obtuvieron del laboratorio de fitopatología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, y los Microorganismos Eficaces (EM) fueron adquiridos de una empresa comercializadora garantizada.

#### 3.2. Población

La población de cepas de *Trichoderma* sp. endófito se desconoce, al igual que la población de los Microorganismos Eficaces (EM)

#### 3.3. Muestra

la muestra para el presente trabajo de investigación fueron cuatro cepas de *Trichoderma* sp. endófito. Así mismo los microorganismos eficientes (EM) fueron adquiridos como producto comercial, cuya aplicación se ha realizado según los protocolos recomendados por la empresa y las dosis según lo planteado en la investigación.

### 3.4. Método de investigación

### 3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

**3.5.1. Determinar el efecto las aplicaciones de cepas de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en la incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.**

#### Fase de laboratorio:

#### Reactivación de cepas de *Trichoderma* sp

Las cepas de *Trichoderma* sp endófito, fueron proporcionadas por el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA; estas fueron aisladas de hojas, tallos y rizósfera de plantas de quinua y un genotipo nativo de cacao; las mismas que se encuentran conservados en una solución glicerina al 20% a -5°C (Tabla1).

Tabla 1

*Código y procedencia de cepas de Trichoderma sp. Utilizados en la investigación - CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017*

N° de Cepa	Tipo	Código	Procedencia
Cepa-1	Nativa	UNA-TE-T-19	Tallo de Quinua, Puno
Cepa-2	Nativa	UNA-TE-T-22	Tallo de Quinua, Puno
Cepa-3	Nativa	UNA-TE-R-2	Rizósfera de Quinua, Puno
Cepa-4	Nativa	SG-TE-126	Tallo de Cacao, San Gabán

#### Incremento de inóculo de cepas de *Trichoderma* sp

Las cepas de *Trichoderma* sp fueron reactivadas en placas petri conteniendo medio Extracto de Malta Agar (EMA), estas fueron incubadas a 25°C durante cinco días, luego se procedió a realizar repiques de cada cepa en medio EMA, y fueron incubadas a 25°C bajo luz artificial durante una semana (Figura 5), con la finalidad de inducir la producción de estructuras de reproducción para luego propagar en sustrato de arroz.

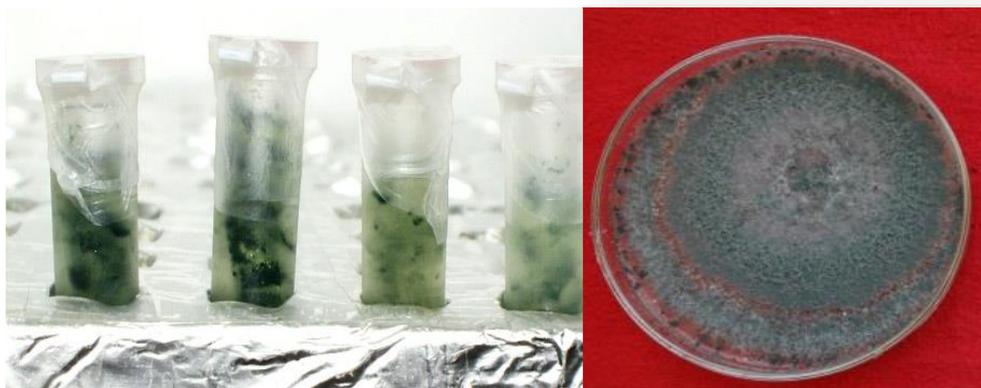


Figura 5. Cepas de *Trichoderma* sp de cinco días de edad en medio extracto malta agar (EMA).

### **Producción de cepas de *Trichoderma* sp en sustrato arroz**

A partir de cultivos jóvenes se procedió a realizar repiques de cada cepa en medio PSA (Papa Sacarosa Agar) y fueron incubados a 25°C bajo luz artificial durante una semana, con la finalidad de inducir la producción de estructuras de reproducción, para luego infestar el sustrato de arroz.

Previo a la infestación, se preparó bolsas de polipropileno de 6x12 pulgadas conteniendo 400g del sustrato, en donde se adicionó carbonato de calcio al 0,45% en 120ml de agua destilada estéril (ADE) por cada bolsa, con la finalidad de estimular la esporulación de las conidias; luego se esterilizó a 120 °C, a 15 lbs de presión durante 20 minutos; finalmente, se introdujo en el sustrato medio de cultivo PSA colonizado con *Trichoderma* sp de la mitad de una placa petri y se dejó incubando bajo luz durante 15 días a temperatura ambiente 17 °C.



Figura 6 .Producción de cepas de *Trichoderma* sp en sustrato arroz, realizado en laboratorio de fitopatología de la UNA, 2017. A. Cultivo de *Trichoderma* sp en medio papa sacarosa agar. B. Incubación de cepas de *Trichoderma* sp en sustrato arroz.

### Activación de Microorganismos Eficaces (EM)

Una vez adquirido el Producto comercial **EM – 1**, los microorganismos fueron activados, debido a que el producto se comercializa con los microorganismos en estado de latencia.

Tabla 2

*Producto comercial EM -1, utilizado en la investigación - CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017*

Microorganismo	Tipo	Código	Procedencia
Microorganismos eficaces (EM)	Lactobacillus (bacterias ácido lácticas), Saccharomices (levaduras) y Rhodopseudomonas (bacterias fotosintéticas o fototróficas)	EM -1	BIOEMSAC - PERÚ

Para activar el EM, se utilizó la proporción de una (1) parte de EM-1 (5%) para una (1) parte de melaza (5%) de caña o azúcar para dieciocho (18) partes de agua (90%) limpia (sin cloro), así, 1 litro de EM-1, alcanzó para 20 litros de EM-1 ACTIVADO. El procedimiento fue igual para la activación de EM-1 al 10% y 15%.

Para la activación, se utilizó recipientes plásticos limpios y con tapas para un cierre hermético de tal manera se evitó la entrada de aire y la posible contaminación.

Independiente del volumen total del recipiente utilizado, se efectuó los siguientes pasos:

- Llenado del recipiente con 9 partes de agua.

- Adición de 1 parte de EM-1 y 1 parte de melaza de caña o azúcar.
- Buena agitada para disolver la melaza, hasta formar una solución homogénea.
- Adición de las otras 9 partes de agua y cierre hermético del recipiente para evitar la entrada de aire.
- El EM-1-Activado se mantuvo conservado en un lugar a temperatura con temperatura de 25 a 40°C; durante un período de 6 días.
- Debido a que, a partir del 2º día, inicia el proceso de fermentación y se produce gas, fue necesario eliminar el exceso abriendo el recipiente apenas lo suficiente para extraerlo. Se realizó la extracción del gas cada vez que fue necesario.
- El EM-1-Activado estuvo listo para usar a partir del 6to día, cuando el pH de la solución estuvo por debajo de 4 con un sabor agridulce, olor agradable y color café-oscuro a café-anaranjado.
- El EM-1-Activado se utilizó durante los 40 días siguientes después de su activación, según las recomendaciones del uso del producto.
- El EM-1-Activado se ha conservado muy bien tapado, en un lugar fresco y aireado.



*Figura 7.* Proceso de activación de microorganismos EM-1 en concentraciones de 5%, 10% y 15%.

### **Fase campo**

#### **Identificación de la parcela de cultivo de quinua**

En el Centro de Investigación y Producción (CIP) - Camacani, Ubicada en el distrito de platería, provincia y región Puno, se identificó una parcela de cultivo de quinua variedad Salcedo INIA, que fue instalado con fines de investigación en fecha 02 de noviembre del 2016; las plantas se encontraban en estado fenológico de 6 hojas verdaderas. Inicialmente se

ha realizado el registro el historial del cultivo desde la siembra. Seguidamente una vez identificada la parcela se ha efectuado la medición y la adecuación de los bloques y unidades experimentales (parcelas) necesarios para la investigación.

**Características del campo experimental.**

Las dimensiones y características del campo experimental fueron las siguientes: 3 bloques, 10 parcelas por bloque, 3 repeticiones (parcelas) por tratamiento, 1.8 m el ancho x 5 m de largo de parcela, 1.2 m de distancia entre parcelas, 4 surcos por parcela con un distanciamiento de 0,60 m entre surcos, y un área efectiva del experimento de 530.4 m<sup>2</sup> (Figura 8).

BLOQUE III	T-4	T-1	T-9	T-3	T-8	T-10	T-6	T-2	T-5	T-7	5 m
BLOQUE II	T-9	T-1	T-6	T-3	T-7	T-5	T-4	T-10	T-8	T-2	0.5 m
BLOQUE I	T-7	T-2	T-8	T-10	T-1	T-4	T-6	T-9	T-5	T-3	
	1.8 m									1.2 m	

Figura 8. Distribución de unidades experimentales (parcelas) bajo un diseño de bloque completo al azar, para determinar la influencia de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM), en la incidencia de “Kcona kcona”(Eurysacca sp.) y el rendimiento de quinua.

**Tratamientos**

En la Tabla 3, se muestra el total de tratamientos: Cuatro tratamientos corresponden a la aplicación de cepas de *Trichoderma* sp. endófito; tres a la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM-1), una corresponde a la mezcla de *Trichoderma* sp (cepas 1,2,3 y 4) con EM; una corresponde al testigo relativo donde se aplicará un producto químico comercial y una será el testigo absoluto (control).

Tabla 3

Tratamientos empleados para determinar la incidencia de “Kcona kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA bajo condiciones de campo en el CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.

Tratamiento	Microorganismo/Producto	Concentración/Dosis
T1	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 1)	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
T2	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 2)	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
T3	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 3)	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
T4	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 4)	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
T5	Microorganismos eficaces (EM-1)	5%
T6	Microorganismos eficaces (EM-1)	10%
T7	Microorganismos eficaces (EM-1)	15%
T8	Mezcla de <i>Trichoderma</i> sp. cepas 1,2,3, 4 y EM-1	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc + 10%
T9	Testigo absoluto	
T10	Testigo relativo (Karate: Lambdacihalotrina) producto químico	1 ml/l de H <sub>2</sub> O



*Figura 9.* Parcela experimental ubicado en el CIP - Camacani, Campaña Agrícola 2016-2017

#### **Aplicación de cepas de *Trichoderma* sp. endófitos y Microorganismos Eficaces (EM)**

Una vez propagado, las cepas de *Trichoderma* sp endófito en sustrato arroz, y activado los Microorganismos Eficaces (EM), en el laboratorio de fitopatología de la FCA –UNA, las aplicaciones se realizaron directamente a las plantas de quinua en las etapas fenológicas según se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4

*Etapas fenológicas en las cuales se aplicaron Trichoderma sp. y Microorganismos Eficaces (EM), al cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) var. Salcedo INIA en el CIP - Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017*

Microorganismo/Producto	Etapas fenológicas	Lugar de aplicación	Nº de aplicaciones	Concentración/Dosis
<i>Trichoderma</i> sp.	Floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica	Foliar	4	1x10 <sup>7</sup> ufc.cc <sup>-1</sup>
Microorganismos Eficaces (EM)	Floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica	Foliar	4	5%,10% y 15%
<i>Trichoderma</i> sp. + EM	Floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica	Foliar	4	1x10 <sup>7</sup> ufc.cc <sup>-1</sup> + 10%
Karate (Producto químico)	Floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica	Foliar	4	1 ml/l de H <sub>2</sub> O

Ufc: unidades formadoras de colonia

#### a. Aplicación foliar de *Trichoderma* sp.

Se realizó cuatro aplicaciones foliares de suspensión de esporas de las cepas de *Trichoderma* sp. en las cuatro etapas del desarrollo fenológico del cultivo (Tabla 4): Floración, grano Lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica.

Para las aplicaciones foliares de *Trichoderma* sp. previamente se realizó la uniformización de conidias a partir de cultivos jóvenes de *Trichoderma* sp. desarrolladas en sustrato de arroz. Se preparó una suspensión de conidias de cada cepa, para realizar aplicaciones foliares a una concentración de 1 x 10<sup>7</sup> ufc/cc. Las aplicaciones se realizaron con una mochila asperjadora marca Jacto de 20 litros en horas de la mañana entre las 6 a 8 a.m.; por cada parcela se aplicó un promedio de dos litros de la solución, variando en función al desarrollo vegetativo de las plantas.

#### b. Aplicación foliar de Microorganismos Eficaces (EM)

Se realizó cuatro aplicaciones foliares de EM en las cuatro etapas desarrollo fenológico del cultivo (Tabla 4): Floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica. El EM – 1, fue previamente activada de acuerdo a la concentración requerida (5%, 10% y 15%). Las aplicaciones se realizaron con una mochila asperjadora marca Jacto de 20 litros en horas de la mañana entre las 6 a 8 a.m.

Tabla 5

Número de aplicaciones foliares de *Trichoderma sp. endófito* y *Microorganismos Eficaces (EM)*, según las fases fenológicas de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) Var. Salcedo INIA en el CIP Camacani de la UNA, durante la campaña agrícola 2016 – 2017.

Tratamiento	Aplicación foliar	Etapa fenológica	Cocentración/Dosis
<i>Trichoderma</i> sp.(Cepas 1,2 3 y 4)	Primera	Floración	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
	Segunda	Grano lechoso	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
	Tercera	Grano pastoso	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
	Cuarta	Madurez fisiológica	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc
Microorganismos Eficaces (EM-1)	Primera	Floración	5%, 10% y 15%
	Segunda	Grano lechoso	5%, 10% y 15%
	Tercera	Grano pastoso	5%, 10% y 15%
	Cuarta	Madurez fisiológica	5%, 10% y 15%
<i>Trichoderma</i> sp. + EM-1	Primera	Floración	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc + 10%
	Segunda	Grano lechoso	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc + 10%
	Tercera	Grano pastoso	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc + 10%
	Cuarta	Madurez fisiológica	1 x 10 <sup>7</sup> ufc/cc + 10%
Karate (Producto químico)	Primera	Floración	1 ml/l de H <sub>2</sub> O
	Segunda	Grano lechoso	1 ml/l de H <sub>2</sub> O
	Tercera	Grano pastoso	1 ml/l de H <sub>2</sub> O
	Cuarta	Madurez fisiológica	1 ml/l de H <sub>2</sub> O

ufc: unidades formadoras de colonia

### Labores culturales

#### Aporque

Se llevó a cabo solo en 1 oportunidad, conjuntamente con el 2do deshierbo, cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 30 cm (etapa fenológica de inicio de inflorescencia) y cuando el suelo tenía una humedad apropiada en el suelo. El aporque se realizó en forma manual con la finalidad de fijar las raíces de las plantas de tal manera se evite el tumbado cuando las plantas hayan crecido.

#### Desahije o raleo

Esta labor cultural se realizó junto al aporque, se ha eliminado las plantas más débiles, enfermas o pequeñas dejando las más fuertes y vigorosas en una cantidad de 50 plantas/m lineal en promedio.

### Control de malezas

Se realizaron dos deshierbos en forma manual, simultáneamente con el desahije y el aporque. La primera se realizó en la fase fenológica de panojamiento y la segunda fue a inicios del desarrollo de la inflorescencia.



Figura 10. Labores culturales: Aporque, desahije y control de malezas en la parcela experimental.

### Evaluación de la incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.).

Empleando el método de separación por sacudida o golpeo; con el apoyo de un recipiente tipo bandeja, que se coloca en la base de la planta e inclinándola ligeramente y sacudiéndola suavemente la panoja se induce la caída de larvas sobre el recipiente. Seguidamente se realizó el conteo de las larvas, las mismas que se registraron en una planilla. Las evaluaciones se realizaron en 10 plantas escogidas al azar por cada tratamiento, en 1 vez por etapa fenológica. Finalmente se determinó el índice de daño, calculando el % de daño en cada panoja evaluada tomando la siguiente escala: (Apaza & Delgado, 2005).

Tabla 6

*Categorización de grados de daño de Eurysaca sp, en el cultivo de quinua.*

Grado	% de daño
Grado 1	Sin daño
Grado 2	Hasta 10% de panoja dañada
Grado 3	Hasta 20% de panoja dañada
Grado 4	Hasta 30% de panoja dañada
Grado 5	Hasta 40% de panoja dañada
Grado 6	Hasta 50% de panoja dañada
Grado 7	Hasta 60% de panoja dañada
Grado 8	Hasta 70% de panoja dañada
Grado 9	Hasta 80% de panoja dañada
Grado 10	Hasta 90% de panoja dañada
Grado 11	Hasta 100% de panoja dañada

Fuente: Apaza & Delgado, 2005).

Con los datos numéricos obtenidos, se aplicó la fórmula de Kasper (Apaza & Delgado, 2005), para la determinación del índice de daño:

ID =	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de panojas Grado 1 (1) + N}^\circ \text{ de panojas Grado 2 (2) + \dots + \text{N}^\circ \text{ de panojas Grado 11(11)}}{\text{N}^\circ \text{ Total de panojas de la muestra}}$
------	--

Donde ID = Índice de daño.

### 3.5.2. Determinar el efecto de las aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en el crecimiento y rendimiento de quinua (*Chenopodiun quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA.

#### Cosecha

Se realizó a los 162 días después de la siembra, una vez alcanzado la madurez fisiológica. Se seleccionaron 10 plantas al azar de los tres surcos centrales de cada parcela, las mismas; fueron cortadas al ras del suelo, para luego colocarlas en sobres de papel y ser llevadas al laboratorio de fitopatología para su secado bajo sombra a temperatura ambiente durante dos meses, posteriormente fueron pesadas para determinar la biomasa seca. Se realizó la trilla en forma manual por cada planta. Finalmente, se procedió a limpiar los granos para ser guardados dentro de bolsas de manila, debidamente rotuladas. El resto de las plantas se segaron y dejaron en el campo durante 30 días, para que sequen completamente, y una vez

secado se desarrolló el trillado correspondiente. Se ha determinado el peso de semilla y finalmente se determinó el rendimiento (RDT).

Los parámetros que se evaluaron fueron:

**Altura de planta:** Se registró la altura desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, con ayuda de una cinta métrica.

**Longitud de panoja:** Se realizó la medida de la panoja, con la ayuda de una cinta métrica.

**Peso de grano seco:** Se realizó el pesado del grano seco extraído de cada panoja.

**Análisis físico - químico de suelo:** se realizó el análisis de suelo del terreno experimental antes de la instalación del experimento. El análisis de fertilidad se realizó en el laboratorio de aguas y suelos, del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, Estación Experimental Agraria Illpa Puno.

#### Diseño y análisis estadístico

Los datos fueron procesados en un software estadístico SAS, para realizar el análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia de 0.05%.

#### 3.5.3. Determinación de la rentabilidad económica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), con la aplicación de cepas de *Trichoderma* endofito y Microorganismos Eficaces.

Primeramente, se determinó la utilidad; para ello, se obtuvo el costo de producción del cultivo, en función a los costos unitarios de los bienes y servicios para cada tratamiento (mano de obra, maquinaria, semilla, insumos, etc) empleados en la conducción de la parcela experimental. Además se determinó el ingreso total en función al rendimiento obtenido en cada uno de los tratamientos proyectado a 1 hectárea.

La fórmula que se aplicó para determinar la utilidad es:

$$U = IT - CT$$

Para determinar la rentabilidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$R = U/CP * 100$$

Donde:

$$IT = (PU * Q)$$

y;

**R** = Rentabilidad (%)

**U**= Utilidad (S/)

**IT** = Ingreso total (S/)

**PU**=Precio unitario (S/)

**Q** = Rendimiento (kg)

**CP**= Costo de producción (S/)

### Evaluación de crecimiento y rendimiento de plantas de quinua con los diversos tratamientos.

A los 162 días después de la siembra, que fue la cosecha, se escogió al azar 10 plantas de los tres surcos céntricos por parcela para evaluar *In situ* los siguiente parámetros: Altura de planta (AP) y longitud de panoja (LPN), posteriormente se procedió a cortar las plantas escogidas al ras del suelo, luego fueron dispuestas en sobres de papel manila y su traslado al laboratorio de fitopatología para su secado bajo sombra a temperatura ambiente durante dos meses y se determinó el peso de la semilla (PSEM) y rendimiento (RDT ) respectivamente (Tabla 14).

### Análisis de suelo

El análisis de fertilidad del suelo, realizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria –INIA, Estación Experimental Agraria Illpa Puno, el cual se detalla en la tabla 7, donde se detrmínó que el terreno fue de Textura Franco arenosa, óptimo para producción de quinua, con niveles de concentración de N en un 0.07%, P : 9.00 ppm y K:215.03 ppm. Asi mismo el pH casi neutro óptimo para el desarrollo del cultivo.

Tabla 7

*Datos de análisis de fertilidad de suelo, de terreno experimental – Camacani.*

CÓDIG O DE USUARI O	ANÁLISIS MECÁNICO				N (%)	P (ppm)	K (ppm)	p H	MO (%)	Al (meq/100g)	CO3CA (%)
	ARENA (%)	ARCILLA (%)	LIMO (%)	TEXTU RA							
Camacan i	60	7	77	FA	0,07	9,00	215,03	6, 6	2,00	0,00	0,00

Fuente: Laboratorio de aguas y suelos – EEA Illpa Puno – INIA

### Información meteorológica

El registro de las temperaturas máximas, mínimas, medias y precipitación total (mm) durante el proceso de desarrollo de la investigación, correspondiente a la Campaña Agrícola 2016 – 2017, fueron proporcionados por la Dirección Zonal 13 del SENAMHI - Estación Meteorológica Rincón de la Cruz – Acora (Tabla 8).

Los datos climatológicos de la Campaña Agrícola (2016-2017), reporta la mayor temperatura máxima en el mes de noviembre con 17.3°C, mientras que la menor temperatura mínima se registró en el mes de julio con -2.6°C y la mayor temperatura media se registró en el mes de diciembre con 11.1°C. Con respecto a la precipitación, el mes más lluvioso fue enero con 277.1 mm, mientras que los meses con menor precipitación fueron julio (2016) y junio (2017) con 1.8 mm y 2.1mm respectivamente. El promedio mensual de precipitación de la campaña agrícola fue de 59.5 mm, mientras que la precipitación total fue de 714.4 mm.

Tabla 8

*Datos de Temperatura (máxima, mínima y media) y Precipitación, registrado durante la Campaña Agrícola 2016-2017 (Dirección Zonal 13 del SENAMHI - Estación Meteorológica Rincón de la Cruz – Acora)*

AÑO	MESES	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	T° Media (T°C)	Precipitación Pluvial (mm)
2016	JULIO	15.4	-2.6	6.4	1.8
	AGOSTO	16	-1.5	7.3	6.4
	SETIEMBRE	16.2	0.6	8.4	14.8
	OCTUBRE	16.3	3.7	10	41.7
	NOVIEMBRE	17.3	3.3	10.3	40.3
	DICIEMBRE	17.2	5.1	11.1	64.5
2017	ENERO	14.6	5.1	9.9	277.1
	FEBRERO	15.6	5.5	10.5	99.2
	MARZO	14.5	5.5	10	125.3
	ABRIL	15.1	3.5	9.3	33.8
	MAYO	15.9	-0.6	7.7	7.4
	JUNIO	15.8	-2.1	6.9	2.1
<b>PROMEDIO</b>		<b>15.8</b>	<b>2.1</b>	<b>9</b>	<b>59.5</b>
<b>TOTAL</b>					<b>714.4</b>

Fuente: SENAMHI - Estación Meteorológica Rincón de la Cruz – Acora).

En la figura 11, se aprecia un periodo muy húmedo correspondiente a los meses de diciembre a marzo 2017; un periodo húmedo durante los meses de setiembre 2016 a mayo del 2017;

además de 2 periodos secos muy marcados durante los meses de julio a setiembre 2016 y mayo a junio del 2017. El comportamiento muy similar a la normal de 10 años (2006-2015)

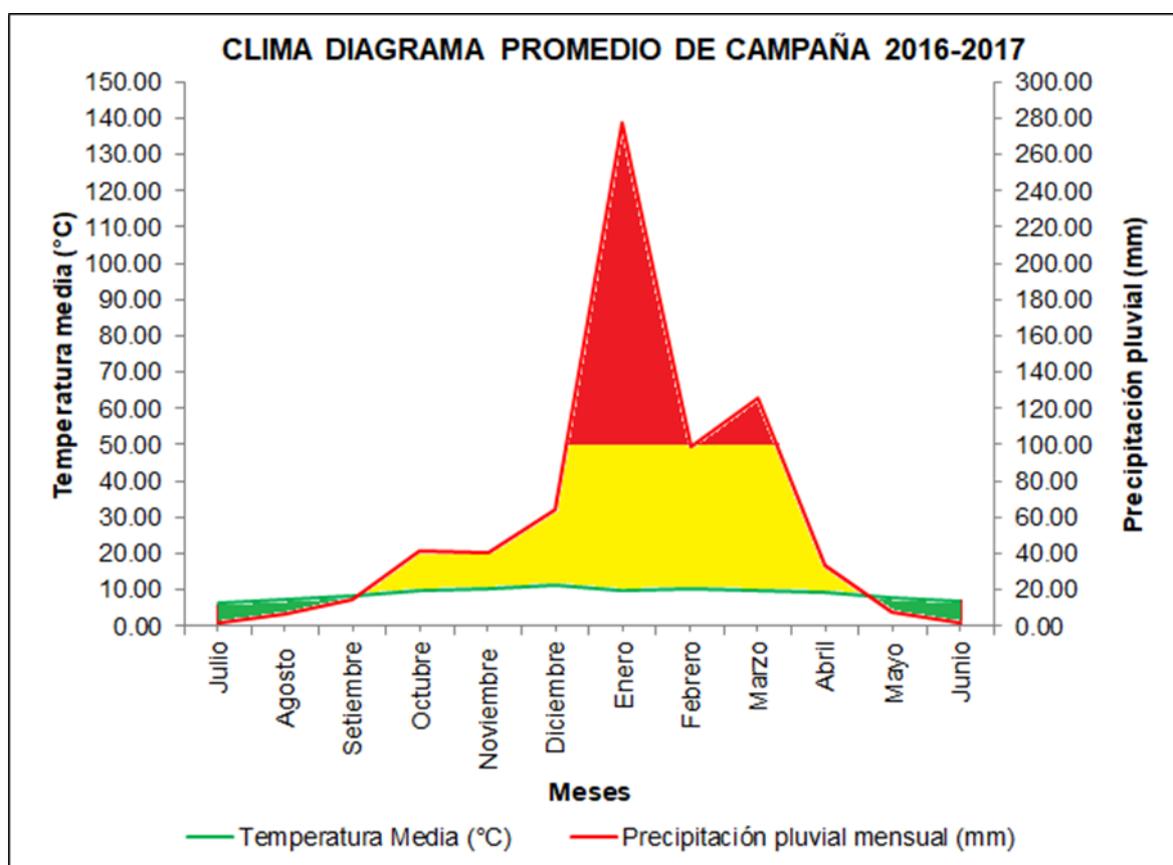


Figura 11. Climadiagrama de temperaturas máximas, mínimas, y precipitación total (mm) durante la Campaña Agrícola 2016 - 2017.

Fuente: SENAMHI - Estación Meteorológica Rincón de la Cruz – Acora).

En la Tabla 9, se reporta los promedios mensuales de los datos climatológicos (Temperatura y Precipitación) de los 10 últimos años (2006 - 2015) anteriores a la campaña agrícola en el cual se realizó la investigación. La mayor temperatura máxima se registró en el mes de noviembre con 18.1°C, y la menor temperatura mínima se registró en el mes de julio con -2.9°C; así mismo, la mayor temperatura media se registró en el mes de diciembre con 10.7°C. En lo concerniente a la precipitación, el mes más lluvioso fue enero con 152.3 mm y los meses con menor precipitación fueron los meses de junio y julio. El promedio anual de precipitación de 10 años fue de 54.98 mm y la precipitación promedio total anual fue de 659.8 mm respectivamente.

Tabla 9

*Promedios multianuales de temperatura y precipitación anual durante los años 2006 -2015 registrado en la estación meteorológica Rincón de la Cruz – Acora.*

MESES	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	T° Media (T° C)	Precipitación Pluvial (mm)
JULIO	15.2	-2.9	6.2	1.5
AGOSTO	16.2	-1.7	7.3	7.1
SETIEMBRE	17.5	0.4	9	15.9
OCTUBRE	18	2.1	10.1	31.6
NOVIEMBRE	18.1	2.8	10.5	52.4
DICIEMBRE	17.5	3.9	10.7	98.2
ENERO	15.6	4.5	10.1	152.3
FEBRERO	15.3	4.3	9.8	148.2
MARZO	15.2	3.9	9.6	105.4
ABRIL	15.7	2	8.9	38.5
MAYO	16.1	-0.8	7.7	6.8
JUNIO	15.1	-2.4	6.4	1.9
<b>PROMEDIO</b>	<b>16.29</b>	<b>1.34</b>	<b>8.82</b>	<b>54.98</b>
<b>TOTAL</b>				<b>659.8</b>

Fuente: *SENAMHI - Estación Meteorológica Rincón de la Cruz – Acora*).

En la figura 12, se aprecia un periodo muy húmedo correspondiente a los meses de diciembre a marzo; un periodo húmedo durante los meses de setiembre a abril; además de 2 periodos secos muy marcados durante los meses de julio a setiembre y mayo a junio. Comportamiento similar al registro de la campaña agrícola 2016-2017.

Los datos climatológicos de la Campaña Agrícola (2016-2017), comparados con la normal (promedio de 10 años: 2006-2015), existen diferencias en cuanto a precipitación, ya que en el mes de enero fue relativamente alta con respecto a la normal y una precipitación menor en el mes de febrero; se presume que estas variaciones deben ser por efecto del cambio climático. La precipitación total anual en la campaña agrícola fue relativamente más alta a la normal, y el comportamiento similar al promedio anual. En lo que respecta a la temperatura existe una pequeña varianción en las máximas, mínimas y medias con respecto a la normal de 10 años.

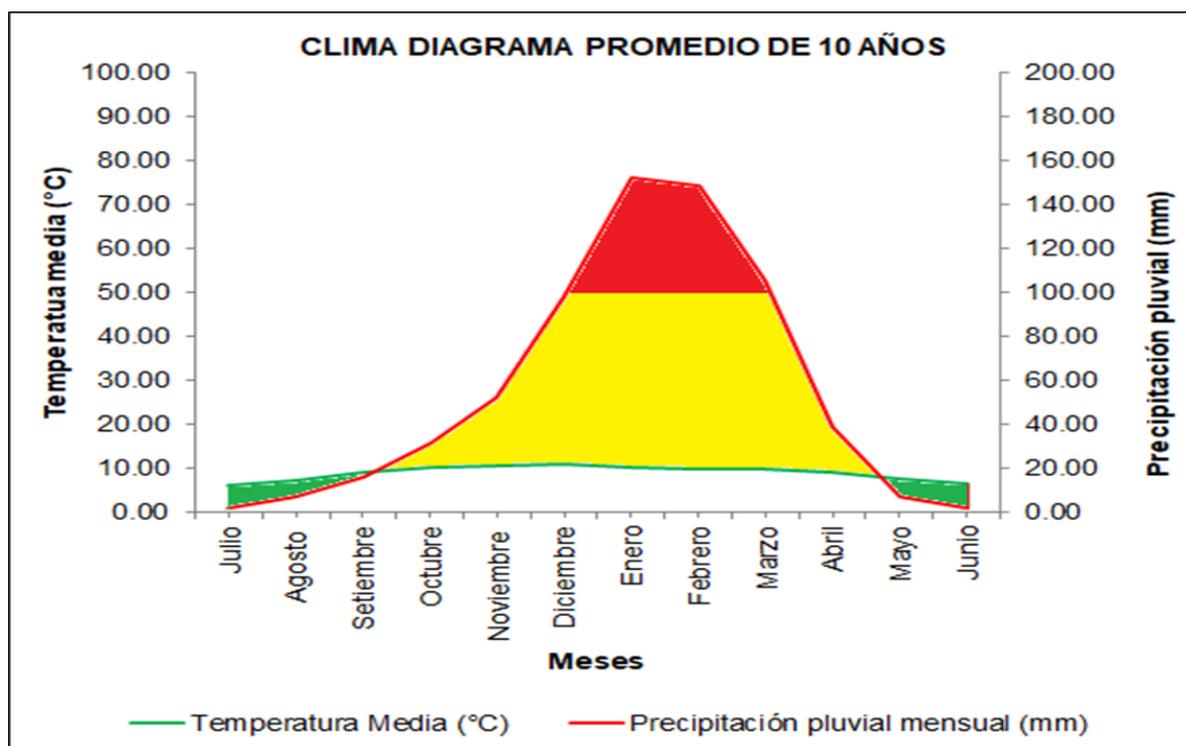


Figura 12. Climadiagrama de temperaturas máximas, mínimas, y precipitación total (2006 – 2015).

Fuente: SENAMHI - Estación Meteorológica Rincón de la Cruz – Acora).

### Diseño y análisis estadístico

El experimento, se condujo bajo un diseño de Bloque completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones, las unidades experimentales de cada tratamiento fueron distribuidas al azar (Figura 8). Los datos de la evaluación de incidencia de “Kcona kcona”, fueron sometidos a la fórmula de Kasper, además se utilizó la prueba estadística de Fisher a través del análisis de varianza (ANDEVA) para determinar diferencias entre los tratamientos: Cepas de *Trichoderma* endófito, EM 1 en diferentes concentraciones, mezcla de *Trichoderma* endófito y EM 1, además de un tratamiento que fue el testigo relativo (tratamiento químico) y el testigo absoluto (sin tratamiento), de tal manera; establecer el efecto de los tratamientos en la incidencia de “Kcona Kcona” y en el crecimiento y rendimiento de la quinua. Para el análisis de incidencia de la “Kcona Kcona”, el rendimiento de quinua y los parámetros morfológicas cuantitativas, se aplicó la prueba de rango múltiple de DUNCAN, que nos ha permitido identificar las diferencias de medias entre los tratamientos con un nivel de significancia de 0.05%.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **4.1. Efecto las aplicaciones de cepas de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en la incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.**

##### **4.1.1. Primera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA durante la fase felogica de floración.**

En la tabla 10 y figura 13 se observa la primera evaluación de incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM), en la etapa fenológica de floración, la mayor incidencia promedio se presentó en el T9 (testigo absoluto) con 7.40 larvas/panta, seguido por el tratamiento T8 (Mezcla de *Trichoderma* sp. cepas 1,2,3, 4 y EM) con 6.83 larvas/planta, mientras que el menor daño se presentó en T6 (EM 10%) con 2.70, seguido de T2 (*Trichoderma* sp. (Cepa 2) con 3.03 larvas/planta

Tabla 10

Primera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	1.00	0.00	2.00	0.00	4.00	0.00	2.00	4.00	2.00	4.00
Máximo	8.00	6.00	15.00	6.00	10.00	6.00	6.00	12.00	6.00	9.00
Media	4.42	3.03	6.47	3.60	3.23	2,70	3.77	6.83	7.40	6.33
D.E.	1.87	1.73	2.78	1.50	1.61	1.30	1.19	1.84	1.30	1.47

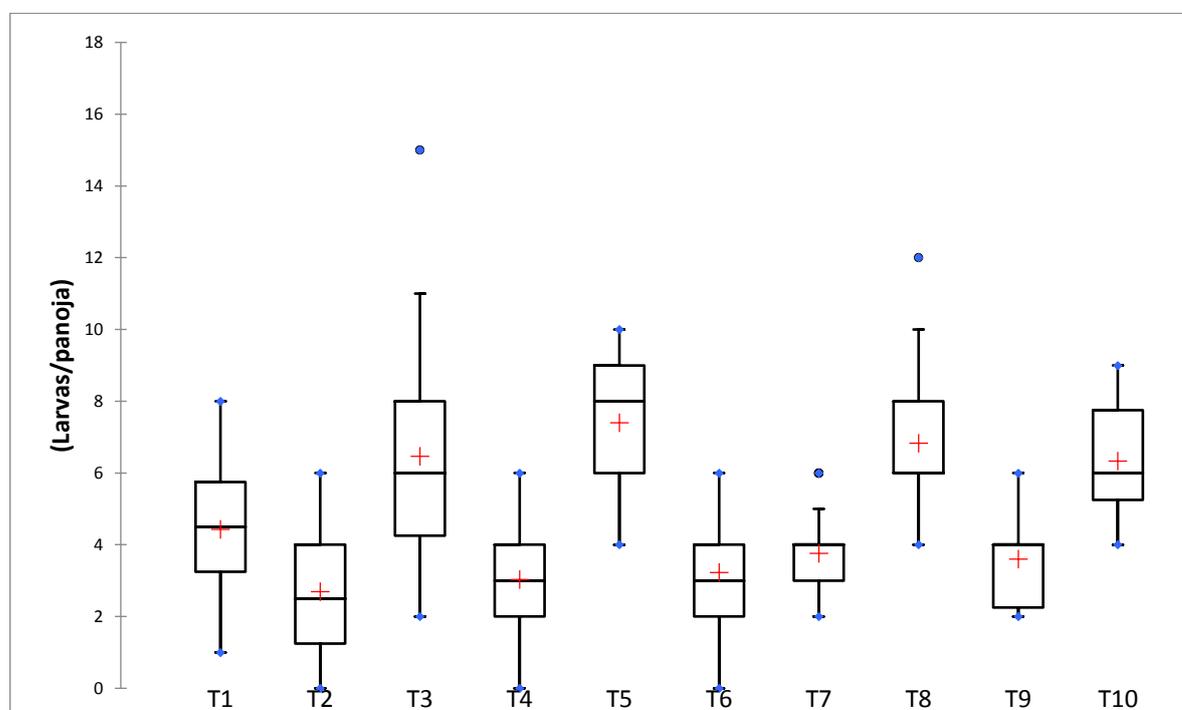


Figura 13. Incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

El análisis de varianza mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento (tabla 11).

Tabla 11

*Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” (Eurysacca sp.) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	8.97038251	0.81548932	26.02	<.0001
Bloques	2	0.00723159	0.0036158	0.12	0.8911
Tratamientos	9	8.96315092	0.99590566	31.78	<.0001
Error	288	9.02554226	0.03133869		
Total	299	17.9959248			

$Y=\log(Y+5)$  CV=7.86%

La tabla 12 muestra la prueba de rango múltiple para la Incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM), se identifica que los tratamientos que presentarán menor daño por “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) estadísticamente ( $p<0.01$ ) fueron T6 (EM10%) y T5 (EM 5%) con 2.70 y 3.23 larvas/planta, seguido de T2, T4 y T7 estadísticamente no presentan diferencias estadísticas significativas; sin embargo, el tratamiento T8 (Mezcla de *Trichoderma* sp. cepas 1,2,3, 4 y EM 10%), presentó los valores altos de incidencia y estadísticamente resulto ser igual al T9 (Testigo absoluto: Sin aplicación) , de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM 10% presenta una disminución significativa del daño en las plantas de quinua.

Tabla 12

*Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” (Eurysacca sp.) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Duncan Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
B	4.42	30	T1
BC	3.03	30	T2
A	6.47	30	T3
BC	3.6	30	T4
CD	3.23	30	T5
CD	2.7	30	T6
BC	3.77	30	T7
A	6.83	30	T8
A	7.4	30	T9
A	6.33	30	T10

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.1.2. Segunda evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA durante la fase felogica de grano lechoso.

En la tabla 13 y figura 14, se observa datos de la segunda evaluación de incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM), que se ha realizado en la etapa fenológica de grano lechoso, donde la mayor incidencia se presentó en el T9 (testigo absoluto) con promedio de 18.23 larvas/planta, seguido del T8 (Mezcla de *Trichoderma sp.* cepas 1,2,3, 4 y EM ) con 15.80 larvas/planta, mientras que menor incidencia se presentó en T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico) con 0, seguido de T6 (EM10%) con 11.40 larvas/planta.

Tabla 13

*Segunda evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	5.00	3.00	6.00	6.00	8.00	4.00	6.00	5.00	4.00	0.00
Máximo	26.00	26.00	27.00	27.00	29.00	19.00	21.00	32.00	23.00	0.00
Media	15.00	14.97	15.90	13.40	12.47	11.40	12.23	15.80	18.23	0.00
D.E.	5.53	6.16	5.60	5.14	5.28	3.98	4.01	5.87	4.68	0.00

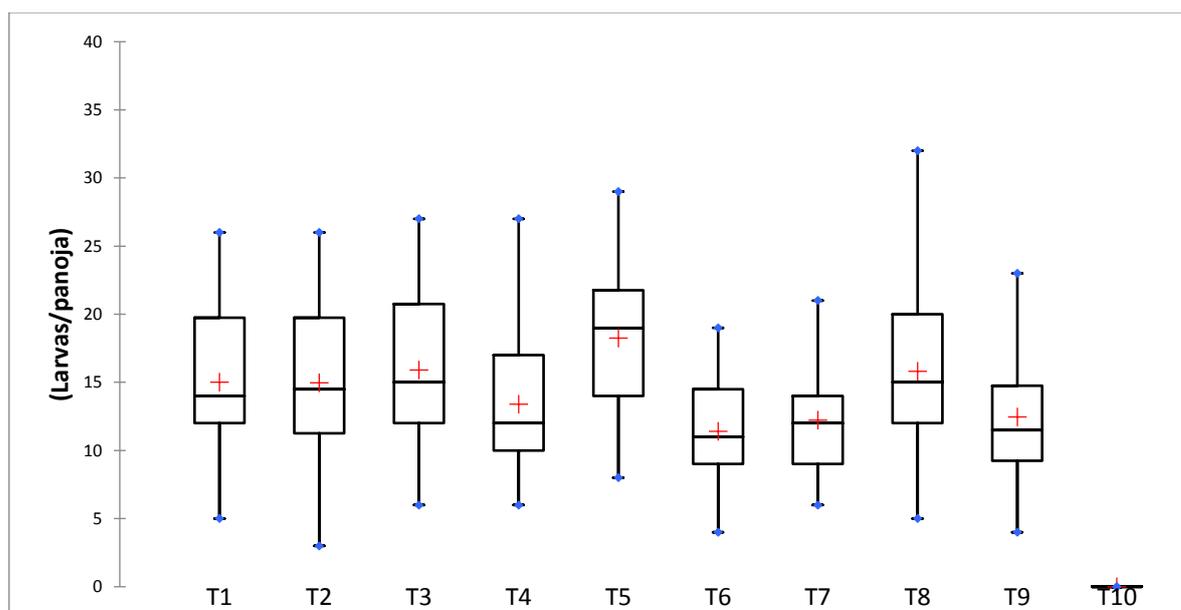


Figura 14. Incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

El análisis de varianza mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento.

Tabla 14  
Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	49.6104138	4.51003762	65.85	<.0001
Bloques	2	0.08513074	0.04256537	0.62	0.5378
Tratamientos	9	49.525283	5.50280923	80.35	<.0001
Error	288	19.7236203	0.06848479		
Total corregido	299	69.334034			

$Y = \log(Y+5)$  CV=9.37%

La tabla 15 muestra la prueba de rango múltiple para la Incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM), en la etapa

fenológica de grano lechoso, se identifica que los tratamientos que presentaron menor daño por “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron T10 (Tratamiento químico: Karate) y T6 (EM 10%) con 0.0 y 11.40 larvas/planta, seguido de T1 y T2 estadísticamente no presentan diferencias estadísticas significativas; de igual manera que los tratamientos T5 y T7, sin embargo; el tratamiento T9 (Testido absoluto: sin tratamiento), presentó el vamor mas alto de incidencia en la etapa fenológica de grano lechoso (18.23 larvas/planta) de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM 10% presenta una disminución significativa del daño en las plantas de quinua y lógicamente la aplicación del producto químico Karate, repercute en la muerte total de las larvas de “Kcona Kcona”.

Tabla 15

*Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” (Eurysacca sp.) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Duncan Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
BC	15	30	T1
BC	14.97	30	T2
AB	15.9	30	T3
BCD	13.4	30	T4
CD	12.47	30	T5
D	11.4	30	T6
CD	12.23	30	T7
AB	15.8	30	T8
A	18.23	30	T9
E	0	30	T10

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.1.3. Tercera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA durante la fase felogica de grano pastoso.

En la tabla 16 y figura 15, se observa datos de la tercera evaluación de incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM), que se ha realizado en la etapa fenológica de grano pastoso, donde la mayor incidencia se presentó en el T9 (testigo absoluto) con promedio de 32.23 larvas/planta, seguido del T1 (*Trichoderma* sp. - Cepa 1: UNA-TE-T-19, con 28.47 larvas/planta, mientras que menor incidencia se

presentó en T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico- Karate )con 0.0, seguido de T6 (EM10%) con 14.43 larvas/planta.

Tabla 16

Tercera evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y *Microorganismos Eficaces (EM)*

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	0.00	12.00	12.00	7.00	17.00	8.00	8.00	8.00	8.00	0.00
Máximo	63.00	38.00	59.00	23.00	38.00	56.00	53.00	38.00	24.00	0.00
Media	28.47	23.07	26.17	15.20	20.20	14.53	19.57	17.57	32.13	0.00
D.E.	10.95	7.11	9.57	4.77	5.45	9.83	9.69	6.98	5.03	0.00

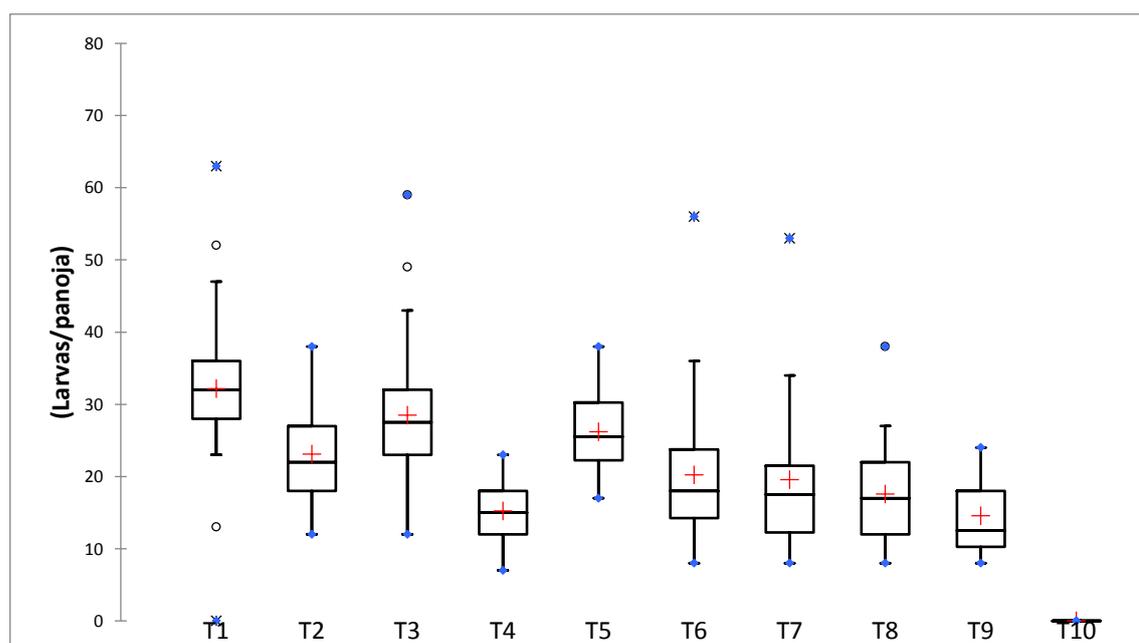


Figura 15 . Incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y *Microorganismos Eficaces (EM)*

El análisis de varianza mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento.

Tabla 17

*Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” (Eurysacca sp.) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	82.4577469	7.4961588	91.12	<.0001
Bloques	2	0.06367774	0.03183887	0.39	0.6794
Tratamientos	9	82.3940692	9.15489658	111.28	<.0001
Error	288	23.6930826	0.0822676		
Total, corregido	299	106.15083			
Y=log(Y+5)		CV=9.35%			

Los tratamientos que presentaron menor daño por “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron T10 (Tratamiento químico: Karate) y T7 (EM 15%) con 0.0 y 14.53 larvas/planta, sin embargo; el tratamiento T9 (Testido absoluto: sin tratamiento), presentó el valor mas alto de incidencia en la etapa fenológica de grano pastoso (32.13 larvas/planta) de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM 15% presenta una disminución significativa del daño en las plantas de quinua y lógicamente la aplicación del producto químico Karate, repercute en la muerte total de las larvas de “Kcona Kcona”.

Tabla 18

*Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” (Eurysacca sp.) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Duncan Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	28.47	30	T1
BC	23.07	30	T3
AB	26.17	30	T5
E	15.2	30	T2
CD	20.2	30	T6
E	14.53	30	T7
D	19.57	30	T8
E	17.57	30	T4
A	32.13	30	T9
F	0	30	T10

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.1.4. Cuarta evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA durante la fase fenológica de maduréz fisiológica.

En la tabla 19 y figura 16, se observa datos de la cuarta evaluación de incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM), realizado en la etapa fenológica de maduréz fisiológica, donde la mayor incidencia se presentó en el tratamiento T9 (testigo absoluto) con promedio de 36.60 larvas/planta, seguido el tratamiento T3 (*Trichoderma sp.* : Cepa 3) con 35.03 larvas/planta, mientras que el menor incidencia se presentó en el Tratamiento T10 (Testigo relativo (tratamiento químico) con 0.03, seguido del tratamiento T9 (Testigo absoluto) con 19.67 larvas/planta.

Tabla 19

Cuarta evaluación de incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	12.00	12.00	13.00	18.00	22.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00
Máximo	71.00	80.00	113.00	68.00	66.00	43.00	62.00	103.00	32.00	1.00
Media	32.57	31.10	35.03	31.70	20.50	19.67	24.93	32.67	36.60	0.03
D.E	12.36	13.09	18.72	12.41	8.96	9.37	11.62	17.90	6.49	0.18

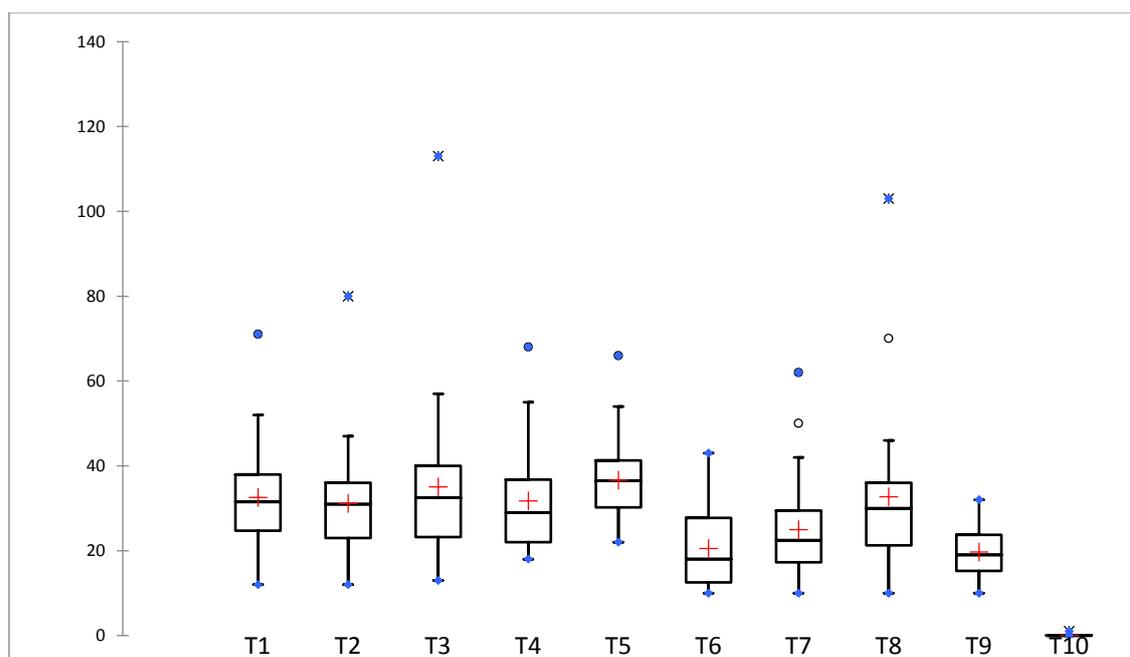


Figura 16. Incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM).

El análisis de varianza mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento.

Tabla 20

Análisis de varianza para Incidencia de la “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA (06/04/2017), con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM).

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	32529.24	2957.20364	19.67	<.0001
Bloques	2	24.56	12.28	0.08	0.9216
Tratamientos	9	32504.68	3611.63111	24.02	<.0001
Error	288	43301.64	150.35292		
Total, corregido	299	75830.88			

$Y = \log(Y+5)$  CV=9.6%

La tabla 21 muestra la prueba de rango múltiple para la Incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito y Microorganismos Eficaces (EM), en la etapa

fenológica de madurez fisiológica, se identifica que los tratamientos que presentaron menor daño por “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron T10 (Tratamiento químico: Karate) y los tratamientos T6 (EM 10%), T7 (EM 15%) y T8 (Mezcla de *Trichoderma* sp. cepas 1,2,3, 4 y EM 10%) que no tienen diferencias estadísticas significativas, con 0.03 larvas/planta y 20.50, 19.67 y 24.93 larvas/planta respectivamente, sin embargo; el tratamiento T9 (Testigo absoluto: sin tratamiento), presentó el valor más alto de incidencia en la etapa fenológica de madurez fisiológica (36.60 larvas/planta) de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM 10 y 15% presenta una disminución significativa del daño en las plantas de quinua y lógicamente la aplicación del producto químico Karate, repercute en la muerte de las larvas de “Kcona Kcona”.

Tabla 21

*Prueba de rango múltiple para Incidencia de la “Kcona Kcona” (Eurysacca sp.) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Duncan Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	32.57	30	T1
A	31.10	30	T3
A	35.03	30	T5
A	31.70	30	T2
B	20.50	30	T6
B	19.67	30	T7
B	24.93	30	T8
A	32.67	30	T4
A	36.60	30	T9
C	0.03	30	T10

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha = 0.05$ )

En la Tabla 22, se aprecia que los tratamientos T1 al T8, tiene un índice de daño igual a 0.4, situación que nos demuestra que el daño a nivel de estos 8 tratamientos fue similar; en cambio en el tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico- Karate), el índice de daño obtenido fue de 0.1, situación que nos demuestra menor daño por efecto de alimentación de las larvas de “kcona Kcona” en comparación a los demás tratamientos. Con respecto al Tratamiento T9 (Testigo absoluto) es la que tuvo un índice de daño igual a 0.5, situación que demuestra que hubo mayor incidencia de la plaga y consecuentemente mayor daño.

Tabla 22

Determinación del índice de daño, aplicando la fórmula de Kasper.

	Tratamiento	Índice de daño
T1	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 1)	0.4
T2	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 2)	0.4
T3	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 3)	0.4
T4	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 4)	0.4
T5	Microorganismos eficaces (EM) 5%	0.4
T6	Microorganismos eficaces (EM) 10%	0.4
T7	Microorganismos eficaces (EM) 15%	0.4
T8	Mezcla de <i>Trichoderma</i> sp. cepas 1,2,3, 4 y EM 10%	0.4
T9	Testigo absoluto	0.5
T10	Testigo relativo (Karate: Tratamiento químico)	0.1

Fuente: Elaborado por el tesista

En las 4 evaluaciones realizadas en las etapas fenológicas de floración, grano lechoso, Grano pastoso y madurez fisiológica, se aprecia que persiste la mayor incidencia de “Kcona Kcona” en el tratamiento T9 (Testigo absoluto), seguido por el tratamiento T3 (*Trichoderma* sp.: Cepa 3); y la menor incidencia se registró en el Tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico), seguido por el Tratamiento T6 (EM 10%).

Lo registrado en la investigación, concuerda con lo reportado por Costa *et al.* (2007), quien afirma que las larvas son más abundantes al inicio de la formación de las panojas ramificación y panojamiento y sobre panojas de grano lechoso y maduro, siendo menor en el estado intermedio de maduración. Así mismo; Bernays y Chapman, (1994), reportan que la presencia y abundancia de insectos (adultos o inmaduros) sobre una planta puede variar de acuerdo a diversos factores tales como disponibilidad de recursos, calidad del alimento, fenología o defensas químicas de la planta hospedera. También, Schoonhoven *et al.* (2005) reportan que la abundancia de insectos, especialmente de insectos inmaduros, depende principalmente de la interrelación estrecha entre el desarrollo de la planta hospedera y el ciclo biológico de los insectos.

En la etapa fenológica de panojamiento, puede ocurrir el ataque de la primera generación de la polilla *Eurysacca quinoae* (Saravia y Quispe, 2006). En la investigación, la segunda evaluación se ha realizado en la etapa de panojamiento, registrándose la presencia de larvas de primeros estadios en un promedio de 32.13 larvas en el tratamiento T1 (*Trichoderma* sp.:

Cepa 1), asumiendo que el hongo endófito a diferencia de los demás tratamientos el efecto de protección no fue eficiente.

Ortiz (1993), reporta que la densidad larval durante el desarrollo del cultivo es variable y ascendente, la primera generación es menor a diferencia de la segunda generación. Los resultados de la investigación coinciden con lo reportado por este autor, ya que el registro de la cantidad de larvas/panoja ha ido incrementando ligeramente durante el proceso de desarrollo de las plantas de quinua.

Las larvas de *Eurysacca quinoa*, inicialmente se encuentran entre las hojas apicales de las plantas en estado fenológico de ramificación. En esta etapa el daño ocurre sobre todo en la panoja en formación. Se observa mayor daño en el periodo de formación de grano y madurez fisiológica, donde las larvas se alimentan principalmente de las hojas tiernas si están en los primeros estadios y de los granos inmaduros y maduros si están en los últimos estadios (Mujica *et al.*, 1998; Rassmusen *et al.*, 2001). En la investigación, se registra mayor cantidad de larvas a medida que la planta madura y se desarrolla

Apaza y Delgado (2005), reportan que los insectos plaga, son más frecuentes en condiciones secas, calurosas y de estrés causado por falta de agua. En el proceso de investigación no hubo épocas de sequías o veranillos prolongados, más bien hubo altas precipitaciones en los meses de enero, febrero y marzo y las temperaturas no fueron altas, tal como se aprecia en la Tabla 22, situación que ha favorecido la poca incidencia de la plaga y por consiguiente menor presencia de larvas.

#### **4.2. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en el crecimiento y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA.**

##### **a) Rendimiento de quinua.**

En la Tabla 23, se reporta que el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T6 (EM10%) con un promedio de 3,871.70 kg/ha, en segundo lugar en el tratamiento T4 (*Trichoderma* sp. : Cepa 4) se obtuvo un rendimiento de 3,697.00 kg/ha; mientras que el menor rendimiento se obtuvo en el Tratamiento T9 (testigo absoluto) con 2,261 kg/ha, seguido del Tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. : Cepa 3) con 2,262.87 kg/ha, respectivamente. El rendimiento está directamente relacionado con la incidencia de la “kcona kcona”, pues es lógico que a mayor incidencia de la plaga mayor daño y consecuentemente menor rendimiento. En tal sentido;

en la investigación se determinó que el Tratamiento T6 (EM 10%) tuvo mayor rendimiento y menor incidencia de “kcona kcona”.

En forma general, los rendimientos a nivel de todos los tratamientos fueron importantes y todos ellos sobrepasando los 2,000 kg/ha, cantidad que está muy por encima del promedio regional de Puno que llega a 1,123.08 kg/ha reportado por la DRA Puno (2017). Incluso en el tratamiento T9 (Testigo absoluto: Sin tratamiento), pudiendo afirmar que hubo un efecto beneficioso por el comportamiento climático y la fertilidad del suelo. Por lo tanto, el efecto de las aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM) en el crecimiento y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA. Fueron positivas, y el ANVA (Tabla 23), demuestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto.

La prueba de rango múltiple (Tabla 25) permitió identificar que los tratamientos que presentaron mayor rendimiento estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron en T6 (EM10%), T4 (*Trichoderma* sp.: Cepa 4) y T7 (EM15%), de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM presenta un mayor rendimiento en las plantas de quinua; mientras que los menores rendimientos de obtuvieron con T9 (testigo absoluto) y T3 (*Trichoderma* sp.: Cepa 3)

Kolima *et al.*, (2016). Reporta que la influencia de los tratamientos en el comportamiento agroproductivo del cultivo de maíz en cuanto a las mazorcas por planta hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el tratamiento con Microorganismos eficientes y el control con un incremento de 15,88%. En la masa de las mazorcas con paja también hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ambos tratamientos y el incremento de la variante con microorganismos con respecto al control fue de 14,91%. Un comportamiento similar fue el de la variable masa de la mazorca sin paja con un incremento de 29,81% del tratado con respecto al control. En nuestra investigación el incremento del rendimiento en el tratamiento T6 (EM 10%), con respecto al testigo absoluto fue del 75%, situación concordante con la investigación efectuada en maíz. Este comportamiento puede estar atribuido a la acción benéfica que realizan los microorganismos en el sistema suelo-planta (rizósfera) que podrían acelerar el proceso de reciclaje de nutrientes disponible para las plantas (Higa *et al.* 1994) y garantizar un mayor crecimiento y desarrollo de las parcelas inoculadas con respecto al testigo absoluto.

Mamani (2017), reporta que los rendimientos de grano de quinua con La aplicación de biol ha sido realizada con un intervalo de 7 días en tres momentos de desarrollo y crecimiento de la planta y el rendimiento del grano se observa en cada nivel de aplicación, para el BIOL – 60 se registra un rendimiento de 319,89 g/m<sup>2</sup>, que es igual 3,198.9 kg/ha, mientras para el nivel de aplicación de BIOL – 20 logra un rendimiento de 236,72 g/m<sup>2</sup> (2,367.2 kg/ha. Los resultados obtenidos en nuestra investigación son similares comparando con el biol que cumpliría funciones similares a las del EM.

Hay reportes donde indican que de 30 cepas de *Trichoderma* seis inhibieron la enfermedad y a su vez mejoraron el crecimiento de las plantas (Plata *et al.*, 2013) concordando con los resultados de esta investigación. Los efectos de cepas de *Trichoderma sp* sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas tienen implicaciones económicas importantes, así como mejorar el vigor de las plantas para superar las tensiones bióticas y / o abióticas (Toghueo *et al.*, 2016). En tal sentido; el uso de estas cepas en la mejora y protección del crecimiento de las plantas es de mucha importancia en un agroecosistema sostenible, ya que los agroquímicos no son rentables a largo plazo debido a su costo y a la contaminación ambiental. La promoción del crecimiento de las plantas se observa a menudo en respuesta a la colonización de *Trichoderma sp* (Harman, 2006). Es muy probable que las cepas de *Trichoderma* endofito puedan crear condiciones de crecimiento más favorables que conduzcan a un mejor crecimiento de la planta. (Toghueo *et al.*, 2016) Los resultados estuvieron de acuerdo con los hallazgos de otros investigadores que sugirieron que además de su capacidad de biocontrol, algunas especies de *Trichoderma sp.* son capaces de promover el crecimiento de las plantas (Harman, 2006). Así mismo, muchos estudios demostraron que plantas infectadas con endófitos obtienen promoción del crecimiento, la resistencia al estrés por sequía y la tolerancia a las condiciones inadecuadas del suelo. Por ejemplo, semillas tratadas con la cepa T22 de *T. harzianum*, respondieron positivamente y hubo un aumento de rendimiento (Harman, 2006); aplicaciones de *Trichoderma sp.* endófito con fertilizantes orgánicos e inorgánicos en plantaciones de cacao obtuvieron incrementos porcentuales positivos en el rendimiento con respecto al control absoluto (Tuesta-Pinedo *et al.*, 2017). También, señalan que la mejora del crecimiento de la planta puede estar influenciada por compuestos como fitohormonas producidas por hongos endófitos como el ácido indolacético (IAA) y sus análogos. Además, la producción de algunos ácidos orgánicos tales como los ácidos glucónico cítrico y / o fumárico, dando como resultado la solubilización de fosfatos. (Toghueo *et al.*, 2016).

Tabla 23

Rendimiento en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	2022.00	2544.00	1825.00	2354.00	1248.00	1436.00	1473.00	901.00	1694.00	723.00
Máximo	3073.00	4443.00	5776.00	5426.00	3836.00	6996.00	6631.00	3815.00	5933.00	6676.00
Media	2589.10	3425.48	2,262.87	3697.00	3401.43	3871.70	3603.70	2894.90	2261.00	2991.73
D.E	263.14	587.38	949.75	748.02	673.48	1756.95	1307.51	831.61	1033.63	2060.20

En la figura 17, se evidencia que, se obtuvo el mayor rendimiento en T6 (EM10%) con promedio de 3871.70 kg/ha, en segundo lugar, el T3 (*Trichoderma* sp.: Cepa 3) con 3697.00; mientras que el menor rendimiento se obtuvo con T9 (testigo absoluto) con 2262.87 y el T8 (Mezcla de *Trichoderma* sp. cepas 1,2,3, 4 y EM 10%) respectivamente.

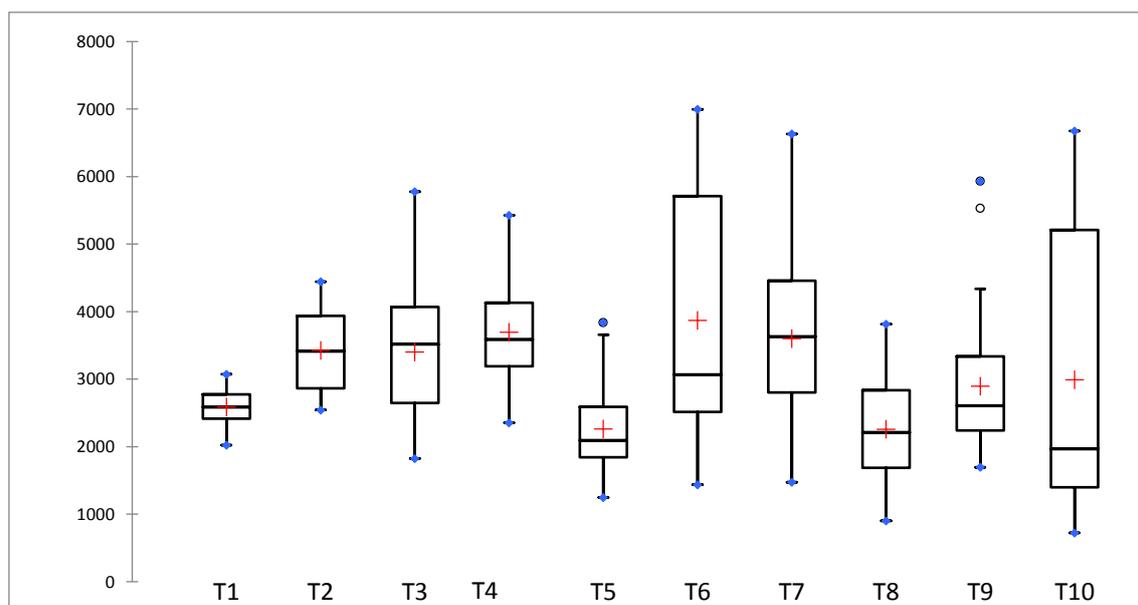


Figura 17. Rendimiento en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

El análisis de varianza (tabla 24) mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento.

Tabla 24

Análisis de varianza para rendimiento en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y *Microorganismos Eficaces* (EM).

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	14.9121535	1.35565032	10.62	<.0001
Tratamientos	9	11.6447253	1.29385837	10.14	<.0001
Bloques	2	3.2674282	1.6337141	12.8	<.0001
Error	288	36.7558579	0.12762451		
Total	299	51.6680114			

Y=log(Y) CV=4.49%

La tabla 25 muestra la prueba de rango múltiple para rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y *Microorganismos Eficaces* (EM), se identifica que los tratamientos que presentaron menor rendimiento. estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron el tratamiento T9 (testigo absoluto; sin tratamiento) con 2262.87 y el T3 (*Trichoderma* sp. cepa 3: UNA-TE-R-2) con 2262.9 respectivamente, sin embargo; el tratamiento T6 (EM 10%), presentó el mayor rendimiento de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM 10%, repercute en la disminución significativa del daño en las plantas de quinua y lógicamente en el mayor rendimiento de quinua.

Tabla 25

Prueba de rango múltiple para rendimiento en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y *Microorganismos Eficaces* (EM)

Duncan Agrupamiento		Media (kg/ha)	N	Tratamientos
	A	3871.7	30	T6
	A	3697.0	30	T4
B	A	3603.7	30	T7
B	A	C	3425.5	T2
	D	C	2894.9	T8
B	D	C	2991.7	T10
E	D		2589.1	T1
B	A	C	3401.43	T5
E			2262.9	T3
E			2261.0	T9

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ )

### b) Altura de planta

En la Tabla 26, se reporta que el Tratamiento T6 (EM10%) presentó el mayor crecimiento de la planta con promedio de 112.23 cm, en segundo lugar el Tratamiento T2 (*Trichoderma* sp. : Cepa 2) con 109.8 cm; mientras que la menor altura de planta se obtuvo con el tratamiento T9 (Testigo absoluto) con 90.57 cm. y T10 (Testigo relativo: tratamiento químico), con 93.28 cm. Existiendo una relación directa entre el rendimiento y la altura de planta en el Tratamiento T6 (EM 10%), teniendo el mayor rendimiento y la mayor altura de planta. Así mismo; el Tratamiento T9 (testigo absoluto) también tiene relación directa en el rendimiento y la altura de planta teniendo un menor rendimiento y una menor altura de planta. En términos generales, el parámetro altura de planta estaría influenciado por el % de EM aplicado, puesto que al 10% su comportamiento es óptimo, logrando un crecimiento y rendimiento mayor incluso al EM al 15%, y el EM 5% sería insuficiente, para lograr un rendimiento y crecimiento óptimos.

Mamani (2017). Afirma que con diferentes niveles de aplicación de biol como biofertilizante o bioestimulante en el cultivo de quinua, se ha obtenido resultados que varían de 99,58 a 115,99 cm, Así mismo, reporta que La altura de planta alcanzada con la aplicación de biol y la urea, han logrado desarrollar 113.82 cm de altura en promedio de los niveles de aplicación con biol, frente al testigo que ha desarrollado una altura de 99,58 cm que significa el 12% menos. Estas diferencias podrían atribuirse a las condiciones del suelo, al manejo durante el desarrollo del cultivo y el comportamiento climático. Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos en nuestra investigación, tomando en cuenta que el Biol cumpliría similares funciones al EM como biofertilizante (Medina, 2015).

Tabla 26

Altura de planta (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	55.00	80.00	57.00	64.00	58.00	91.00	68.00	55.00	81.00	57.00
Máximo	140.00	149.00	126.00	135.00	129.00	142.00	127.00	124.00	121.00	140.00
Media	97.23	109.8	97.4	104.93	100.2	112.23	99.3	94.95	90.57	93.28
D.E	21.39	16.39	21.90	19.19	21.56	15.54	17.24	19.50	11.19	25.97

Fuente: elaboración propia

Se obtuvo la mayor altura de planta en T6 (EM10%) con promedio de 112.23 cm, en segundo lugar, el T2 (*Trichoderma* sp. (Cepa 2) con 109.8 cm; mientras que la menor altura de planta se obtuvo con el T9 (testigo absoluto) con 90.57 cm y T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico) con 93.28 cm.

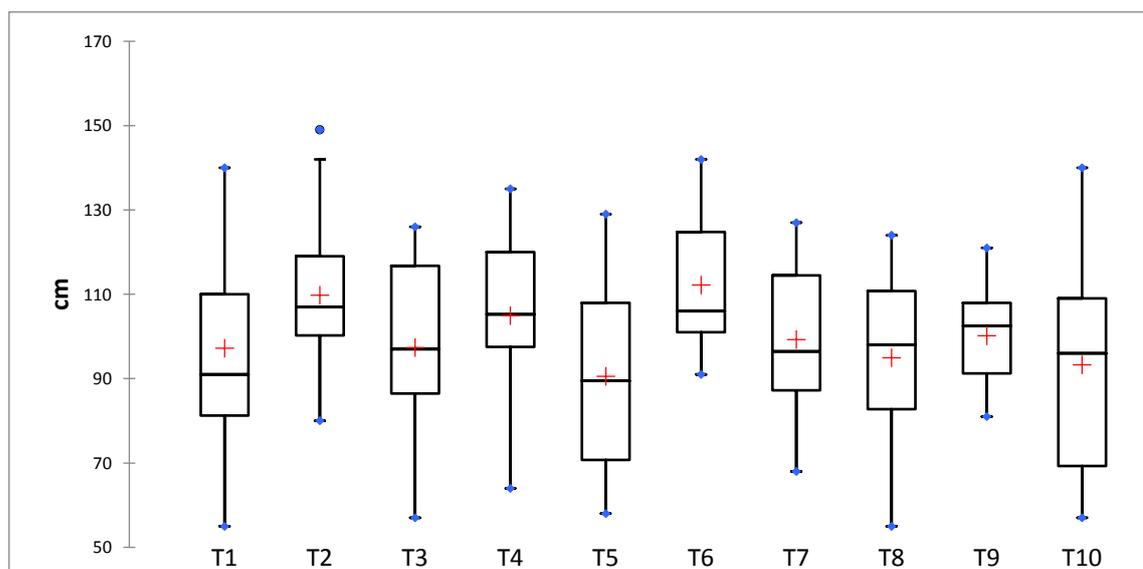


Figura 18. Altura de planta (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).

El análisis de varianza mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento

Tabla 27

Análisis de varianza para altura de planta (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM).

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	4.35457895	0.3958701	11.94	<.0001
Tratamientos	9	1.60955021	0.1788381	5.39	<.0001
Bloques	2	2.74502874	1.3725147	41.38	<.0001
Error	288	9.55170206	0.0331653		
Total	299	13.9062812			

Y=log(Y) CV=3.97%

La prueba de rango múltiple (Tabla 28) permitió identificar que los tratamientos que presentaron mayor altura de planta estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron en T6 (EM10%), T2 (*Trichoderma* sp. : Cepa 2), de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM y *Trichoderma* sp. presenta una mayor altura de planta en las plantas de quinua; mientras que las menores alturas se obtuvieron con el tratamiento T9 (Testigo absoluto) y T10 (Testigo relativo: tratamiento químico).

Tabla 28

Prueba de rango múltiple para altura de planta (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Duncan Agrupamiento	Media (cm)	N	Tratamientos	
	A	112.233	30	T6
	A	109.8	30	T2
B	A	104.933	30	T4
B	C	100.2	30	T5
B	C	99.3	30	T7
B	C	97.4	30	T3
B	C	97.233	30	T1
	C	94.95	30	T8
	C	93.283	30	T10
	C	90.567	30	T9

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ )

### c) Longitud de panoja

En la Tabla 29, se reporta que se obtuvo la mayor longitud de panoja en el tratamiento T6 (EM10%) con promedio de 38.60 cm, en segundo lugar, el tratamiento T2 (*Trichoderma* sp.

(Cepa 2) con 36.37 cm; mientras que la menor longitud de panoja se obtuvo en el Tratamiento T9 (Testigo absoluto) con 27.87 cm y T10 (Testigo relativo. Tratamiento químico) con 28.60 cm. De acuerdo al análisis en el tratamiento T6, existe una relación directa en los parámetros rendimiento, altura de planta y longitud de panoja, puesto que en este tratamiento se ha logrado el mayor rendimiento, la mayor altura de planta y la mayor longitud de panoja. Así mismo, en el Tratamiento T9 estos mismos parámetros presentan los menores rendimientos, altura de planta y longitud de panoja. En tal sentido; el parámetro longitud de panoja estaría influenciado directamente por el % de EM aplicado, puesto que al 10% su comportamiento es óptimo, logrando un crecimiento y rendimiento mayor incluso al EM al 15%, que sería excesivo y el EM 5% sería insuficiente, para lograr un rendimiento y crecimiento óptimos.

Mamani (2017), reporta que el tamaño de panoja es uno de los componentes que sirve para los fines de cálculo del rendimiento del grano de quinua, además de que la panoja constituye una estructura fundamental de la arquitectura la planta de quinua, en la que se forman y se disponen los granos de quinua hasta la madurez fisiológica de los granos alcanzando de 28.8 a 33.0 cm que son tamaños que contienen los granos. Estos datos coinciden con la longitud de panoja determinados en la investigación.

Delgado y Benavides (2000), reportan longitudes de panoja entre 22 y 40 cm, y relacionan este componente con la altura de las plantas: a mayor altura de planta, mayor longitud de panoja. Los resultados obtenidos en la investigación coinciden con el reporte de estos autores; ya que el Tratamiento T6 (EM 10%), tuvo la mayor altura de planta y la mayor longitud de panoja.

El potencial de crecimiento de longitud de panoja de la variedad Salcedo INIA, es de 70 cm, según el reporte del INIA (2000). En condiciones óptimas y controladas esta variedad podría llegar hasta 70 cm de longitud de panoja. En la investigación el tratamiento T6 con la mayor longitud de panoja llegó a 38,60 cm, mucho menor a su potencial; aunque este parámetro tiene relación directa con el rendimiento: a mayor rendimiento mayor tamaño de panoja, en este tratamiento llega casi al rendimiento potencial de 4,000 kg/ ha, pudiendo afirmar que las panojas hayan sido compactas con bastante contenido de granos y con muy poco daño por efecto de plagas como la “kcona kcona”, situación que se confirma con los datos de incidencia de esta plaga donde este tratamiento es uno de los que tuvo menor incidencia de esta plaga, que consecuentemente tuvo mayor rendimiento.

Tabla 29

Longitud de panoja (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Estadístico	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	18.00	24.00	24.00	19.50	12.00	19.00	19.00	18.00	15.00	18.00
Máximo	39.00	54.00	49.00	38.00	47.00	57.00	47.00	48.00	43.00	48.00
Media	33.26.9	36.37	35.00	29.10	28.60	38.60	33.20	31.12	<b>27.87</b>	28.60
D.E	5.08	6.36	6.62	4.75	9.72	9.16	6.45	8.44	5.77	7.26

Fuente: elaboración propia

Se obtuvo la mayor longitud de panoja en T6 (EM10%) con promedio de 38.60 cm, en segundo lugar, el T2 (*Trichoderma* sp. (Cepa 2) con 36.37 cm; mientras que la menor longitud de panoja se obtuvo con el T9 (Testigo absoluto) con 27.87 cm y T10 (Testigo relativo: tratamiento químico con 28.60 cm.

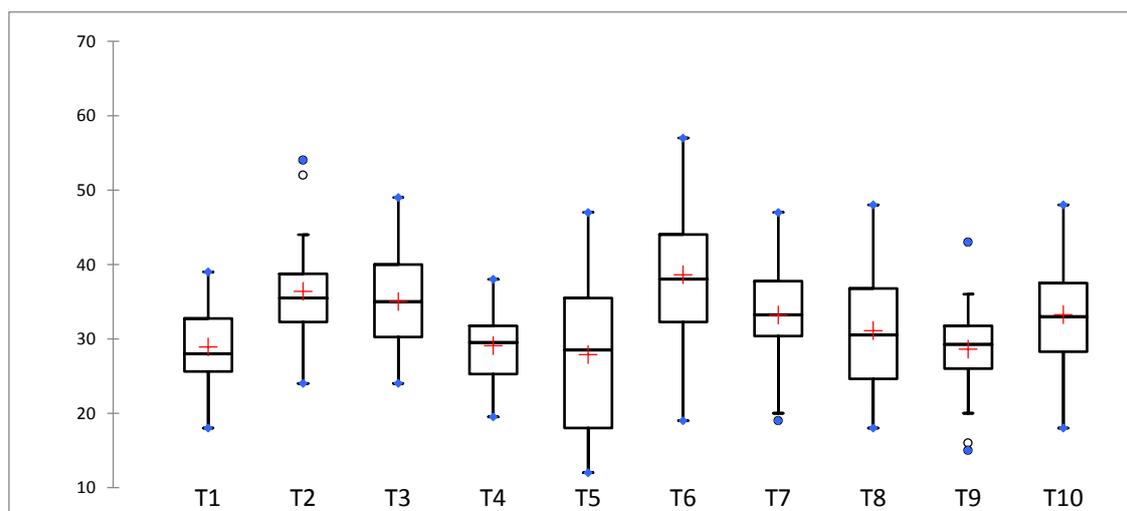


Figura 19. Longitud de panoja (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

El análisis de varianza mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento.

Tabla 30

Análisis de varianza para longitud de panoja (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	5.30541093	0.4823108	9.58	<.0001
Tratamientos	9	3.79944538	0.4221606	8.39	<.0001
Bloques	2	1.50596555	0.7529827	14.96	<.00
Error	288	14.49462651	0.0503286		
Total	299	19.80003744			

corregido

$$Y = \log(Y) \quad CV = 6.52\%$$

La prueba de rango múltiple permitió identificar que los tratamientos que presentaron mayor longitud de panoja estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron en T6 (EM10%), T2 (*Trichoderma* sp. (Cepa 2)), de lo cual se puede establecer que la aplicación de EM y *Trichoderma* presenta una mayor longitud de panoja en las plantas de quinua; mientras que las longitudes menores se obtuvieron con T9 (Testigo absoluto) y T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico)

Tabla 31

Prueba de rango múltiple para longitud de panoja (cm) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Duncan Agrupamiento	Media (cm)	N	Tratamientos
A	38.6	30	T6
B	36.37	30	T2
B	35.00	30	T3
B	33.26	30	T1
B	33.2	30	T7
D	31.12	30	T8
D	29.10	30	T4
D	28.90	30	T10
D	28.60	30	T5
D	27.87	30	T9

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha = 0.05$ )

### c) Peso seco de granos de quinua (gr)

En la Tabla 32, se reporta que se obtuvo el mayor peso seco de granos de quinua en el tratamiento T6 (EM 10%) con un promedio de 82.63 gr/panoja, en segundo lugar el tratamiento T4 (*Trichoderma* sp. Cepa 4) con 76.98 gr/panoja; mientras que el menor peso seco se obtuvo en el tratamiento T9 (testigo absoluto) con 45.50 gr y el T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico), con 46.96 gr/panoja respectivamente. De acuerdo al análisis en el tratamiento T6, existe una relación directa en los parámetros rendimiento, altura de planta, longitud de panoja y peso seco de granos de quinua, puesto que en este tratamiento se ha logrado el mayor rendimiento, la mayor altura de planta y la mayor longitud de panoja y el mayor peso seco de los granos. Así mismo, en el Tratamiento T9 estos mismos parámetros presentan los menores rendimientos, altura de planta, longitud de panoja y peso seco. En tal sentido; el parámetro peso seco de grano estaría influenciado directamente por el % de EM aplicado, puesto que al 10% su comportamiento es óptimo, logrando un crecimiento y rendimiento mayor incluso al EM al 15%, que sería excesivo y el EM 5% sería insuficiente.

Tabla 32

*Peso seco (gr) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Mínimo	33.61	49.33	42.24	47.76	23.95	34.48	30.35	12.88	18.47	18.24
Máximo	64.85	107.48	113.18	109.92	77.12	145.61	121.56	77.65	77.79	130.80
Media	46.96	72.46	74.26	76.98	52.2	82.63	74.8	61.08	45.5	46.08
D.E	9.66	16.53	21.17	19.56	14.69	31.82	27.78	16.46	12.16	42.97

Fuente: elaboración propia

Se obtuvo el mayor peso seco en T6 (EM10%) con promedio de 82.63 gr/panoja, en segundo lugar, el T4 (*Trichoderma* sp. Cepa 4) con 76.98 gr/panoja; mientras que el menor peso seco se obtuvo con el T9 (Testigo absoluto) con 45.50 gr y T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico) con 46.96 gr.

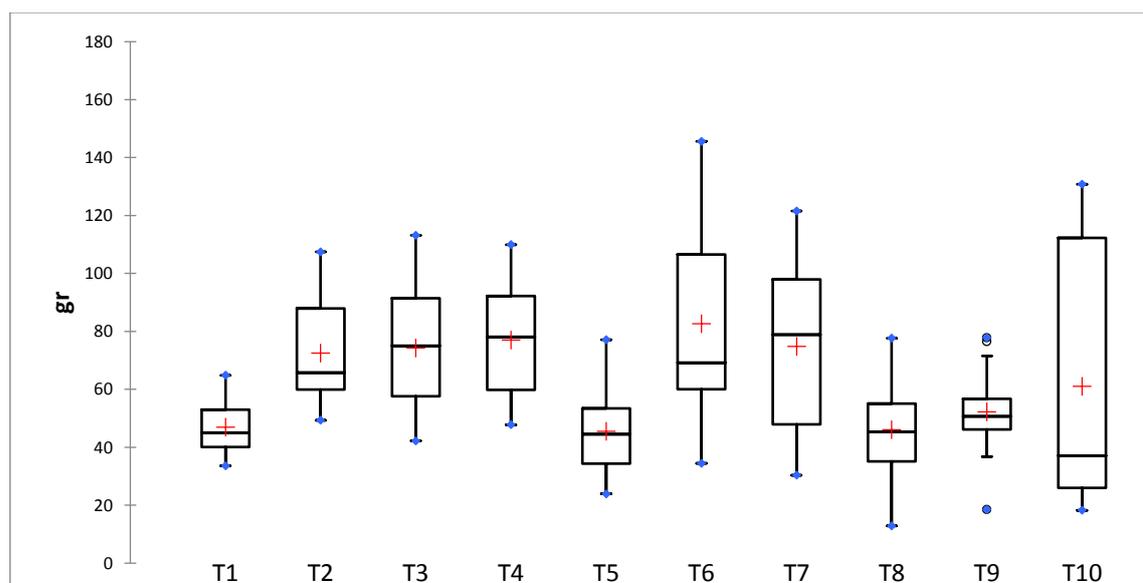


Figura 20. Peso seco (gr) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

El análisis de varianza mostró la existencia de diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) para los tratamientos, de lo cual se interpreta que por lo menos uno de los tratamientos presentó diferente respuesta al resto; por lo cual se procedió con una prueba de rango múltiple para un análisis de ordenamiento.

Tabla 33

Análisis de varianza de peso seco (gr) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)

Fuente	DF	S.C	C.M	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	19.45046864	1.76822442	13.81	<.0001
Tratamientos	9	16.15015188	1.79446132	14.02	<.0001
Bloques	2	3.30031676	1.65015838	12.89	<.0001
Error	288	36.86845811	0.12801548		
Total	299	56.31892675			

corregido

$Y = \log(Y)$  CV=8.82%

La prueba de rango múltiple permitió identificar que los tratamientos que presentaron mayor peso seco estadísticamente ( $p < 0.01$ ) fueron en T6 (EM10%), T4 (*Trichoderma* sp. (Cepa 4), T7 (EM 15%) y T3 (*Trichoderma* sp. (Cepa 3), de lo cual se puede establecer que la

aplicación de EM y *Trichoderma* sp. permite obtener un mayor peso seco en las plantas de quinua; mientras que los menores pesos secos se obtuvieron con T9 (testigo absoluto) y en T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico).

Tabla 34

*Prueba de rango múltiple de peso seco (gr) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Duncan Agrupamiento		Media (gr)	N	Tratamientos
	A	82.634	30	T6
	A	76.975	30	T4
	A	74.796	30	T7
	A	74.257	30	T3
B	A	72.459	30	T2
B	C	61.076	30	T8
D	C	52.196	30	T5
D		46.96	30	T1
D		46.079	30	T10
D		45.498	30	T9

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ )

#### 4.3. Determinar la rentabilidad económica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) var. Salcedo INIA, con la aplicación de cepas de *Trichoderma* sp. endofito y Microorganismos Eficaces (EM).

En la Tabla 35, se reporta el costo de producción por cada tratamiento proyectado a 1 ha; también, en función al rendimiento obtenido y el precio del producto en el mercado local se ha determinado el ingreso bruto, también se ha determinado la utilidad y finalmente el % de rentabilidad.

Así mismo; se observa que la mayor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento T6 (EM 10%) con 535.22 %. Conjuntamente con el tratamiento T4 (*Trichoderma* sp: cepa 4) con 522.67 % de rentabilidad. Los tratamientos con menores % de rentabilidad fueron el Tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico: Karate) con 358.70% y los tratamientos T9 (Testigo absoluto) y T3 (*Trichoderma* sp cepas 3) con 426.56% y 473.66% respectivamente. En el tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico: Karate), se obtuvo el rendimiento más bajo a diferencia de los demás, situación que repercutió lógicamente en la utilidad y rentabilidad.

La utilidad y la rentabilidad están supeditadas al costo de producción y el rendimiento obtenido en cada tratamiento. En el Tratamiento T6 (EM-1 al 10%), se obtuvo el mayor rendimiento con 3,871.7 kg/ha. El costo de producción fue relativamente alto a diferencia de los demás tratamientos; aun así, la utilidad y la rentabilidad fueron las más altas.

Los costos de producción obtenidos para cada uno de los tratamientos son muy relativamente mayores a lo que reporta el PROINPA (2011): Los costos de producción de una hectárea de quinua orgánica no llegan a los mil dólares (US\$910) pues no requiere inversiones mayores en labores culturales, los costos de los productos orgánicos de control y el abonado son de bajo costo. Considerando una producción media de 760 kg/ha y un precio de venta de US\$ 120 por quintal, el ingreso bruto es de US\$ 2040.00, generando un Beneficio total de US\$ 1130.00 por ha/año. Es importante detallar que, los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos son altos en comparación a lo reportado por PROINPA (2011), situación que ha repercutido positivamente en la utilidad y rentabilidad obtenidas en el trabajo de investigación. El efecto de los Microorganismos Eficaces y las cepas de *Trichoderma* sp; e incluso del tratamiento químico fueron positivos y podemos afirmar que han protegido del ataque de la “Kcona Kcona”.

Campos *et al.*, (2012), afirman que el incremento de poblaciones de polilla de quinua “Kcona-kcona” *Eurysacca quinoae*, en parcelas que tienden a la mayor intensificación, repercuten como uno de los factores importantes de producción, en la disminución de rendimiento y directamente el agricultor afrontará pérdidas económicas, que según sea el grado de intensificación podrán ser hasta más de tres veces que las pérdidas que se pueden tener en parcelas que conservan su rotación tradicional. Esto definitivamente sucede en parcelas de agricultores que practican una agricultura de subsistencia y no aplican ninguna medida de control ni mucho menos realizan los labores culturales que son muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas; entonces, podemos afirmar que los productos biológicos utilizados han ayudado a que las plantas soporten el ataque de la “Kcona Kcona” y consecuentemente se logre muy buenos rendimientos, utilidad y rentabilidad.

Tabla 35

*Proyección de la rentabilidad/tratamiento, en la parcela experimental de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) var. Salcedo INIA, con aplicaciones de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficaces (EM)*

Tratamientos	Microorganismo/Producto	Costo de producción (S/)	Rendimiento promedio (kg)	Precio de quinua/ kg (S/)	Ingreso bruto(S/)	Utilidad (S/)	Rentabilidad (%)
T1	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 1)	2,859.00	2,589.10	6.00	15,534.60	12,675.60	489.58
T2	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 2)	2,859.00	3,425.48	6.00	20,552.88	17,693.88	516.54
T3	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 3)	2,859.00	2,262.87	6.00	13,577.22	10,718.22	473.66
T4	<i>Trichoderma</i> sp. (Cepa 4)	2,859.00	3,697.00	6.00	22,182.00	<b>19,323.00</b>	<b>522.67</b>
T5	Microorganismos eficaces (EM-1) 5%	3,016.00	3,401.43	6.00	20,408.58	<b>17,392.58</b>	<b>511.33</b>
T6	Microorganismos eficaces (EM-1) 10%	3,041.00	3,871.70	6.00	23,230.20	<b>20,189.20</b>	<b>535.20</b>
T7	Microorganismos eficaces (EM-1) 15%	3,066.00	3,603.70	6.00	21,622.20	<b>18,556.20</b>	<b>514.92</b>
T8	Mezcla de <i>Trichoderma</i> sp. cepas 1,2,3, 4 y EM-10%	2,999.00	2,894.90	6.00	17,369.40	14,370.40	496.40
T9	Testigo absoluto	2,791.00	2,261.00	5.50	12,435.50	9,644.50	426.56
T10	Testigo relativo (Karate: tratamiento químico)	2,911.00	2,060.20	5.00	10,301.00	7,390.00	358.70

## CONCLUSIONES

- La menor incidencia se registró en el tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico - Karate) seguido por el tratamiento T6 (EM 10%), lo que nos permite concluir que la aplicación de EM-1 al 10% influye en la baja incidencia de “kcona Kcona”. Así mismo; La mayor incidencia de larvas de *Eurysaca* sp. “Kcona Kcona”, se registró en el tratamiento T9 (Testigo absoluto: sin tratamiento), seguido por el tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2).
- El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T6 (EM10%) con un promedio de 3,871.70 kg/ha, seguido por el tratamiento T4 (*Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126) se obtuvo un rendimiento de 3,697.00 kg/ha; mientras que el menor rendimiento se obtuvo en el Tratamiento T9 (Testigo absoluto: Sin tratamiento) con 2,261 kg/ha, seguido del Tratamiento T3 (*Trichoderma* sp. Cepa 3: UNA-TE-R-2) con 2,262.87 kg/ha, respectivamente.
- La mayor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento T6 (EM-1 10%) con 535.22 % de rentabilidad, seguido por el Tratamiento T4 (*Trichoderma* sp Cepa 4: SG-TE-126) con 522.67 %. Los tratamientos con menor % de rentabilidad fueron el Tratamiento T10 (Testigo relativo: Tratamiento químico - Karate) con 358.70%, tratamientos T9 (Testigo absoluto: Sin tratamiento) y T3 (*Trichoderma* sp cepas 3: UNA-TE-R-2) con 426.56% y 473.66%.

## RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de Microorganismos Eficaces (EM), al 10% y *Trichoderma* sp. Cepa 4: ICT-TE-126), para la incidencia de *Eurysaca* sp. con diferentes variedades de quinua y a diferentes zonas agroecológicas de la Región Puno.
- Evaluar el efecto de EM (Microorganismos Eficaces), al 10% y *Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126), para el rendimiento de diferentes variedades de quinua a nivel de diversas zonas agroecológicas.
- Realizar estudios de rentabilidad de producción de quinua con aplicaciones de Microorganismos Eficaces (EM) al 10% y *Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126), a nivel de diferentes variedades de quinua y a diversas zonas agroecológicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agosin, E., Muñoz, G., San Martín, R. y Crawford, A. (1999). Effect of culture conditions and spore shelf life of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* *World J Microbiol Biotechnol* 13, 225 – 232.
- Apaza, V. y Delgado, P. (2005). *Manejo de Quinua Organica*. Primera edición INIA – ILLPA Puno Peru.
- Letourneau, D. and Altieri, M. (1999). Environmental Management to Enhance Biological Control in Agroecosystems. In: Bellows, T.S., Fisher, T.W., Caltagirone, L.E., Dahlsten, D.L., Gordh, G. and Huffaker, C.B., Eds., *Handbook of Biological Control*, Academic Press, San Diego, 319-354. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012257305-7/50061-8>.
- Aracena, G. y Tolaba, M. (2015). *Determinación de Costo de Producción y Rentabilidad del Cultivo de Quinua*. INTA – Argentina. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_determinacin\\_del\\_costo\\_de\\_produccion\\_y\\_rentabil.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_determinacin_del_costo_de_produccion_y_rentabil.pdf).
- Arévalo, E., Canto, M., Leon, B., Meinhardt, L., y Cayotopa, J. (2010). Colonización de plántulas de *Theobroma cacao* por aislamientos de *Trichoderma* endófitos con potencial de control biológico. Paper presented at the *XXI Congreso Peruano de Fitopatología*, Tarapoto, Perú.
- Arnold, A. E., Mejía, L. C., Kylló, D., Rojas, E. I., Maynard, Z., Robbins, N., & Herre, E. A. (2003). Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 100(26), 15649-15654.
- Astudillo, J., Vittorelli, C. y Molina, J. (2006). *El suelo y su fertilidad*. Traducido por R. Clarq. Edit. Reverté. Pp. 9-22, 11, 17.

- Bacon, C. W., y Hinton, D. M. (1996). Symptomless endophytic colonization of maize by *Fusarium moniliforme*. *Canadian Journal of Botany*, 74(8), 1195-1202. doi: 10.1139/b96-144.
- Bae, H., Sicher, R. C., Kim, M. S., Kim, S.-H., Strem, M. D., Melnick, R. L. y Bailey, B. A. (2009). The beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. *Journal of Experimental Botany*, 60(11), 3279-3295. doi: 10.1093/jxb/erp165.
- Bailey, B. A., Bae, H., Strem, M. D., Crozier, J., Thomas, S. E., Samuels, G. J., Holmes, K. A. (2008). Antibiosis, mycoparasitism, and colonization success for endophytic *Trichoderma* isolates with biological control potential in *Theobroma cacao*. *Biological Control*, 46(1), 24-35. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.003>
- Bailey, B. A., Bae, H., Strem, M. D., Roberts, D. P., Thomas, S. E., Crozier, J. y Holmes, K. A. (2006). Fungal and plant gene expression during the colonization of cacao seedlings by endophytic isolates of four *Trichoderma* species. *Planta*, 224(6), 1449-1464. doi: 10.1007/s00425-006-0314-0.
- Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., y Codón, A. C. (2010). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology*, 7(4),249-260.
- Bernays, E. A., and Chapman, R. F. (1994). *Host-plant selection by phytophagous*
- BIOEM SAC, (2016). <http://www.bioem.com.pe/>.
- Campos, E., Bravo, R., Valdivia, R. y Soto, J., (2012). Plagas insectiles en áreas de intensificación de quinua en Puno. *Ciencia Agro. Journal de Ciencia y tecnología Agraria*.
- Cardenas, M. (1969). *Manual de plantas cultivadas en Bolivia*, Imp.ICTHUS. Cochabamba, Bolivia. 421 p.
- Carrero-Carrón, I., Trapero-Casas, J. L., Olivares-García, C., Monte, E., Hermosa, R., y Jiménez-Díaz, R. M. (2016). *Trichoderma asperellum* is effective for biocontrol of *Verticillium* wilt in olive caused by the defoliating pathotype of *Verticillium dahliae*. *Crop Protection*, 88, 45-52. doi: 10.1016/j.cropro.2016.05.009

- Carrasco, A. (2001). Chemical nature of soil humified fractions and their bioactivity. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. v. 30: n.3- pp. 33-44.
- Chaves, N. P., Staver, C., y Dita, M. A. (2016). Potential of *Trichoderma asperellum* for biocontrol of *Fusarium* wilt in banana. Vol. 1114. *Acta Horticulturae* (pp. 261-265): *International Society for Horticultural Science*.
- Claros, M., Angulo, V., Gutierrez, C., & Ortuño, N. (2010). Primeros reportes de aislamiento de bacterias y hongos endofitos en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Bolivia. *Paper presented at the III Congreso Mundial de la quinua, Oruro- Bolivia*.
- Costa, J. F., Yábar, E. y Gianoli, E. (2007). Infestación y parasitismo de larvas de *Eurysacca melanocampta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) y maduración de los granos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *I Congreso Internacional de Quinoa. Universidad Arturo (UAP) y Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto (CIHDE)*. 23-26 Oct. Iquique, Chile.
- Crozier, J., Arroyo, C., Morales, H., Melnick, R. L., Strem, M. D., Vinyard, B. T., y Bailey, B. A. (2015). The influence of formulation on *Trichoderma* biological activity and frosty pod rot management in *Theobroma cacao*. *Plant Pathology*, 64(6), 1385-1395. doi: 10.1111/ppa.12383
- Cummings, N. J., Ambrose, A., Braithwaite, M., Bissett, J., Roslan, H. A., Abdullah, J., y Hill, R. A. (2016). Diversity of root-endophytic *Trichoderma* from Malaysian Borneo. *Mycological Progress*, 15(5). doi: 10.1007/s11557-016-1192-x
- Delgado, M. y C. Benavides. (2000). Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua en los municipios de Pasto y Córdoba, departamento de Nariño. Trabajo de grado. *Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000101&pid=S0120-9965200900020000400009&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000101&pid=S0120-9965200900020000400009&lng=en)
- Delgado, P. y Apaza, V. (2007), *Manejo Integrado de “kcona Kcona” y “Mildiu” en Quinoa*. Boletín N° 03-2007, Serie Cultivos, Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA.

- De Souza, J. T., Bailey, B. A., Pomella, A. W. V., Erbe, E. F., Murphy, C. A., Bae, H., y Hebbar, P. K. (2008). Colonization of cacao seedlings by *Trichoderma stromaticum*, a mycoparasite of the witches' broom pathogen, and its influence on plant growth and resistance. *Biological Control*, 46(1), 36-45. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.010>
- Dingle, J., y Mcgee, P. A. (2003). Some endophytic fungi reduce the density of pustules of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in wheat. *Mycological Research*, 107(03), 310-316. doi: doi:10.1017/S0953756203007512.
- Dirección General de Competitividad agrarian - MINAG (2014). QUINUA J. A. Muro Ventura (Ed.) Principales Aspectos de la Cadena agroproductiva de la Quinua (pp. 28). Retrieved from [http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia\\_quinua.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia_quinua.pdf).
- DRA-PUNO. (2016). Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI <http://www.agropuno.gob.pe/?q=node/1022>.
- DRA-PUNO. (2017). Oficina de Estadística Agraria e Informática. <https://www.agropuno.gob.pe/estadistica-agricola/#>.
- FAO (2011). *La Quinua: Cultivo Milenario para contribuir a la Seguridad Alimentaria*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>.
- Gamboa-Gaitán, M. A. (2006). Hongos endófitos tropicales: Conocimiento actual y perspectivas. *Acta Biológica Colombiana*, 11, 3-20.
- Gao, F.-k., Dai, C.-C., y Liu, X.-Z. (2010). Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *African Journal of Microbiology Research*, 4(13), 1346-1351.
- Gicelly A. T. Mendoza, Juan H. Wilson, y Juan C. Colina (2013). Efecto de *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* sobre huevos de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio. REBIOLEST 2013; 1(2): e65 *Revista CientíficadeEstudiantes*. <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/ECCBB/article/view/479/457>.

- Guédez, C., Cañizález, L., Castillo, C., y Olivar, R. (2009). Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 29, 34-38.
- Gunatilaka, A. A. L. (2006). Natural Products from Plant-associated Microorganisms: Distribution, Structural Diversity, Bioactivity, and Implications of Their Occurrence. *Journal of Natural Products*, 69(3), 509-526. doi: 10.1021/np058128n.
- Hanada, R. E., de Jorge Souza, T., Pomella, A. W. V., Hebbar, K. P., Pereira, J.O., Ismaiel, A., y Samuels, G. J. (2008). *Trichoderma martiale* sp. nov., a new endophyte from sapwood of *Theobroma cacao* with a potential for biological control. *Mycological Research*, 112(11), 1335-1343. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mycres.2008.06.022>.
- Harman, G. E. (2006). Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 96(2), 190-194. doi: 10.1094/PHYTO-96-0190
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., y Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Review Microbiology* 2:43-56.
- Higa, T; Parr, JF. 1994. *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment* Vol. 1, 16 p. Atami, Japan: International Nature Farming Research Center.
- IAB. (2013). *Trichoderma harzianum* disponible en: [http://www.iabiotec.com/trichod\\_ficha.htm](http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm).
- Infante, D., Martínez, B., González, N., y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de Protección Vegetal*, 24, 14-21. insects. 312 p., New York; Chapman & Hall (Eds).
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. (2000). *Hoja informativa: Quinua Salcedo* INIA. EEAllpaPuno. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/78/1/Trip-Quinua\\_Salcedo\\_INIA.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/78/1/Trip-Quinua_Salcedo_INIA.pdf).
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. (2010): *Cultivo de Quinua en la Región Cusco*. Programa Nacional de Innovación en Cultivos, EE Andenes Cusco. Boletín Técnico.pag.15-16. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/106/1/Quinua\\_Cusco\\_2010.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/106/1/Quinua_Cusco_2010.pdf).

- Kolima P., Rodriguez J., Olivera DS., Fuentes P., y Melendrez J. (2016). *Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spiritus, Cuba*. Agron. Costarricense vol.40 n.2 San Pedro de Montes de Oca Jul./Dec. 201. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v40i2.27391>
- Kuldau, G., y Bacon, C. (2008). Clavicipitaceous endophytes: Their ability to enhance resistance of grasses to multiple stresses. *Biological Control*, 46(1), 57-71. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.023>
- Leon, B., Rojas, M., Rodriguez, G., Arévalo, E., y Márquez, K. (2010). Antibiosis y micoparasitismo a los principales patógenos de cacao (*Theobroma cacao*) por hongos endófitos. *Paper presented at the XXI Congreso Peruano de Fitopatología., Tarapoto, Perú.*
- Loza, A., Clavitea, J., y Delgado P., (2016), Incidencia de aves granívoras y su importancia como plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano peruano. *Publicado en Bioagro* vol.28 no.3 Barquisimeto dic. 2016.
- Mamani F., y Zeballos S. (2017). Efectos de aplicación de biol en la producción de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica – UMSA.*
- Marca, S. y Espinoza A. (2015). Multiplicación de semilla de variedades y ecotipos de quinua en valle de majes-Arequipa. *Revista Investigaciones Altoandinas*, ISSN 2306-8582, Vol. 17, N°. 3, 2015 (Ejemplar dedicado a: Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research).
- Márquez, D. K., Arévalo, E., León, B., Cayotopa, J., Olivera, D., y Samuels, J. G. (2010). Composición de comunidades de hongos endófitos de cacao nativo en cuencas del alto amazonas del Perú. *Paper presented at the XXI Congreso Peruano de Fitopatología., Tarapoto, Perú.*
- Martínez, A. (2004). *Producción vegetal cultivos tropicales para el mejoramiento de la producción vegetal*, vol.25. pp.13.
- Mau, F.P. (2006). *Microorganismos efectivos*. 1ra Edición. Barcelona, España. Impreso por Novagrafik (Montcada & Reixac). 237 p.

Medina M., F. (2015). Valoración agronómica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) variedad Real Blanca por efecto de tres niveles de humus de lombriz y biol en condiciones de zonas áridas. Tesis de Grado. *Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de San Agustín, Perú.*

[https://www.google.com/search?sxsrf=ACYBGNTuOaTouKjbpeT7oaRWK5c9Nc1yQ%3A1578062082994&ei=AIEPXoWTPJKp5OUP57WW6Ao&q=Valoraci%C3%B3n+agron%C3%B3mica+del+cultivo+de+quinua+%28Chenopodium+quinua+Willd.%29+variedad+Real+Blanca+por+efecto+de+tres+niveles+de+humus+de+lombriz+y+biol+en+condiciones+de+zonas+%C3%A1ridas&oq=Valoraci%C3%B3n+agron%C3%B3mica+del+cultivo+de+quinua+%28Chenopodium+quinua+Willd.%29+variedad+Real+Blanca+por+efecto+de+tres+niveles+de+humus+de+lombriz+y+biol+en+condiciones+de+zonas+%C3%A1ridas&gs\\_l=psyab.3..0i7118.2982.2982..5040...0.4..0.0.0..1....2j1..gws-wiz.cEl7cdiVFEk&ved=0ahUKEwiFnI-v0fmAhWSFLkGHeaBa0Q4dUDCAs&uact=5](https://www.google.com/search?sxsrf=ACYBGNTuOaTouKjbpeT7oaRWK5c9Nc1yQ%3A1578062082994&ei=AIEPXoWTPJKp5OUP57WW6Ao&q=Valoraci%C3%B3n+agron%C3%B3mica+del+cultivo+de+quinua+%28Chenopodium+quinua+Willd.%29+variedad+Real+Blanca+por+efecto+de+tres+niveles+de+humus+de+lombriz+y+biol+en+condiciones+de+zonas+%C3%A1ridas&oq=Valoraci%C3%B3n+agron%C3%B3mica+del+cultivo+de+quinua+%28Chenopodium+quinua+Willd.%29+variedad+Real+Blanca+por+efecto+de+tres+niveles+de+humus+de+lombriz+y+biol+en+condiciones+de+zonas+%C3%A1ridas&gs_l=psyab.3..0i7118.2982.2982..5040...0.4..0.0.0..1....2j1..gws-wiz.cEl7cdiVFEk&ved=0ahUKEwiFnI-v0fmAhWSFLkGHeaBa0Q4dUDCAs&uact=5)

Mejía, L. C., Rojas, E. I., Maynard, Z., Bael, S. V., Arnold, A. E., Hebbar, P., y Herre, E. A. (2008). Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological Control*, 46(1), 4-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.012>.

Mendoza, P. y Delgado P. (2004). Distribución Geográfica de Gelechidos en el cultivo de quinua de la zona circunlacustre del Departamento de Puno. Tesis para optar le título profesional de Licenciado en Biología. *UNA Puno*.

MINAGRI. (2017). Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. <http://www.minagri.gob.pe/portal/378-d-politica-agraria-dgpa/dir-info-agraria/7485-direccion-de-informacion-agraria>.

Mukherjee, M., Mukherjee, P., Horwitz, B., Zachow, C., Berg, G., y Zeilinger, S. (2012). Trichoderma–Plant–Pathogen Interactions: Advances in Genetics of Biological Control. *Indian Journal of Microbiology*, 52(4), 522-529. doi:10.1007/s12088-012-0308-5.

Mujica, A. (1988). Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinua* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, *Centro de Genética. Montecillos, México*. 122p.

Mujica, A. (1993). *Cultivos de Quinua INIA TTA*. Serie manual Lima – Perú.

- Mujica, A., Canahua, A., Saravia; (2001). Mujica, A y A. Canahua (1989). Fenología del Cultivo de Quinoa. Resumen del Curso Taller de Cultivos Andinos y Usos de Información Agro Meteorológica *PISA INIA PUNO-PERU*, pag 24-27.
- Mujica, A., y Jacobsen, E. (2006). Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Doctoral. *Colegio de Post graduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Chapingo México*. 122 p.
- Mujica, A, Jacobsen, SE., Izquierdo, J. y Maratee, J. (1998). Field Book of the American and European Test of Quinoa. Lima, PE. *FAO, UNA-PUNO, CIP*.
- Ortiz, R. (1993). *Insectos Plaga en Quinoa. Cultivos Andinos*. FAO, Oficina Regional para las Américas. Lima – Perú.
- Ortuño, N., Navia, V., Sivasithamparam, K.; Ghisalberti, E. L.; Marra, R.; Woo, S. L. y Lorito, M. (2008). *Trichoderma-plant-pathogen interactions*. Soil Biology & Biochemistry 40:1-10.
- Plata, G., & Callizaya, J. J. (2013). Control biológico del mildiu de la quinua utilizando diferentes aislamientos de *Trichoderma* sp. *Paper presented at the Congreso Científico de la Quinoa. La Paz (Bolivia)*. 14-15 Jun. 2013., Bolivia.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Cultivos Andinos BO. ( 2011). La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. *FAO – Oficina Regional para América Latina. La paz – Bolivia*. 59 p.
- Rasmussen, C., Jacobsen, S., y Lagnaoui, A., (2001), Las polillas de la quinua, Especies en el Perú de *Eurysacca* (Lepidóptera:Gelechiidae) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow). Artículo Científico – *Centro Internacional de la Papa (CIP) – DANIDA*.
- Salgado, C., y Cepero de García, M. C. (2005). Endophytic fungi in rose (*Rosa hybrida*) in Bogota, Colombia. *Rev Iberoam Micol*, 22(2), 99-101.
- Samuels, G. J. (1996). *Trichoderma*: a review of biology and systematics of the genus. *Mycological Research*, 100(8), 923-935. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0953-7562\(96\)80043-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0953-7562(96)80043-8)

- Saravia, R. y Quispe, R. (2006). Manejo Integrado de Plagas Insectiles del Cultivo de la Quinoa. La Paz Bolivia. Fasciculo 4. Módulo 2. Programa de apoyo a la quinoa Altiplano Sur. *Fundación AUTAPO. Fundación PROINPA*. 105 p.
- Schardl, C. L., Leuchtman, A., y Spiering, M. J. (2004). Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55, 315-340.
- Schoonhoven, L. M., Van Loon, J. J. A. and Dicke, M. (2005). *Insect-plant biology*. 421 p., New York. Oxford University Press.
- Stefanova, M.; Leiva, A.; Larrinaga, L.; Coronado, M. F. (2006), Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp., para el control de hongos fitopatógenos del suelo. *Universidad de Zulia Rev. FAc. Agron*; 509 – 516.
- Stone, J. K., Bacon, C. W., y White, J. (2000). An overview of endophytic microbes: endophytism defined. *Microbial endophytes*, 3, 29-33.
- Toghueo, R. M. K., Eke, P., Zabalgoceazcoa, Í., de Aldana, B. R. V., Nana, L. W., y Boyom, F. F. (2016). Biocontrol and growth enhancement potential of two endophytic *Trichoderma* spp. from *Terminalia catappa* against the causative agent of Common Bean Root Rot (*Fusarium solani*). *Biological Control*, 96, 8-20. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.01.008>.
- TRADE MAP (2017). *Estadísticas del Comercio para el Desarrollo Internacional de las Empresas*. Disponible en: <https://www.trademap.org/Index.aspx>.
- Tuesta-Pinedo, Á. L., Trigozo-Bartra, E., Cayotopa-Torres, J. J., Arévalo-Gardini, E., Arévalo-Hernández, C. O., Zúñiga-Cernadez, L. B., y Leon-Ttacca, B. (2017). Optimización de la fertilización orgánica e inorgánica del cacao (*Theobroma cacao* L.) con la inclusión de *Trichoderma* endófito y Micorrizas arbusculares. *Revista Tecnología en Marcha*, 30, 67-78.
- Waller, F., Achatz, B., Baltruschat, H., Fodor, J., Becker, K., Fischer, M., y Kogel, K. H. (2005). The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102(38), 13386-13391. doi: 10.1073/pnas.0504423102.



**ANEXOS**

## ANEXO 1. Otras tablas

Tabla 36

Datos de evaluación de incidencia de "Kcona kcona", en parcela experimental de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Salcedo INIA, con tratamientos de *Trichoderma* sp. endófito y *Microorganismos Eficaces* (EM).

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BI	T1	1	5	15	63	17
BI	T1	2	7	15	47	31
BI	T1	3	3	22	35	71
BI	T1	4	5	28	33	34
BI	T1	5	4	16	28	24
BI	T1	6	6	32	36	36
BI	T1	7	3	18	34	38
BI	T1	8	4	20	52	46
BI	T1	9	6	28	29	41
BI	T1	10	2	32	32	52
BII	T1	1	2	18	28	21
BII	T1	2	5	12	13	27
BII	T1	3	7	23	26	20
BII	T1	4	4	16	36	34
BII	T1	5	2	9	38	27
BII	T1	6	1	12	34	18
BII	T1	7	7	22	32	12
BII	T1	8	4	15	0	22
BII	T1	9	5	26	32	28
BII	T1	10	5	18	42	32
BIII	T1	1	4	22	26	46
BIII	T1	2	7	16	23	20
BIII	T1	3	5	9	26	50
BIII	T1	4	2	12	32	32
BIII	T1	5	8	26	36	38
BIII	T1	6	4	18	32	28
BIII	T1	7	4	15	28	28
BIII	T1	8	5	11	36	29
BIII	T1	9	6	12	26	32
BIII	T1	10	1	9	29	43
BI	T2	1	0	13	27	45
BI	T2	2	4	13	18	26
BI	T2	3	2	8	17	38

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BI	T2	4	5	16	22	32
BI	T2	5	0	8	28	43
BI	T2	6	4	12	16	35
BI	T2	7	2	6	20	32
BI	T2	8	1	14	27	18
BI	T2	9	3	8	18	28
BI	T2	10	5	7	21	32
BII	T2	1	2	9	13	22
BII	T2	2	6	16	23	23
BII	T2	3	2	8	18	34
BII	T2	4	0	14	22	42
BII	T2	5	3	9	28	18
BII	T2	6	5	12	32	36
BII	T2	7	2	7	19	15
BII	T2	8	1	6	27	28
BII	T2	9	3	8	22	12
BII	T2	10	3	6	27	23
BIII	T2	1	1	8	33	30
BIII	T2	2	3	12	32	80
BIII	T2	3	6	4	38	47
BIII	T2	4	2	6	38	25
BIII	T2	5	4	3	27	38
BIII	T2	6	4	12	15	36
BIII	T2	7	2	8	18	19
BIII	T2	8	1	5	22	23
BIII	T2	9	1	7	12	36
BIII	T2	10	4	5	12	17
BI	T3	1	15	10	28	57
BI	T3	2	9	8	27	40
BI	T3	3	7	8	59	57
BI	T3	4	4	12	32	27
BI	T3	5	10	6	22	32
BI	T3	6	9	11	27	47
BI	T3	7	6	18	24	42
BI	T3	8	4	12	32	19
BI	T3	9	2	9	23	38
BI	T3	10	6	6	36	40
BII	T3	1	7	12	30	30
BII	T3	2	6	8	28	113
BII	T3	3	11	9	20	33

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BII	T3	4	9	4	23	40
BII	T3	5	5	10	28	18
BII	T3	6	4	18	24	43
BII	T3	7	6	14	32	32
BII	T3	8	3	9	26	18
BII	T3	9	6	5	18	36
BII	T3	10	4	12	32	39
BIII	T3	1	9	9	43	13
BIII	T3	2	5	8	49	14
BIII	T3	3	8	6	25	38
BIII	T3	4	5	10	32	28
BIII	T3	5	8	11	18	19
BIII	T3	6	8	8	12	32
BIII	T3	7	4	7	36	16
BIII	T3	8	5	10	20	22
BIII	T3	9	3	12	18	30
BIII	T3	10	6	9	30	38
BI	T4	1	3	10	16	32
BI	T4	2	2	22	9	45
BI	T4	3	6	10	23	18
BI	T4	4	4	8	14	22
BI	T4	5	2	13	22	18
BI	T4	6	1	18	15	36
BI	T4	7	4	12	18	27
BI	T4	8	3	9	12	32
BI	T4	9	5	11	10	25
BI	T4	10	2	14	9	37
BII	T4	1	3	16	18	46
BII	T4	2	4	12	7	46
BII	T4	3	2	10	7	68
BII	T4	4	0	13	23	28
BII	T4	5	3	22	15	18
BII	T4	6	2	12	18	22
BII	T4	7	5	13	23	32
BII	T4	8	4	15	18	30
BII	T4	9	3	9	14	19
BII	T4	10	2	11	10	23
BIII	T4	1	4	13	13	43
BIII	T4	2	3	9	14	48
BIII	T4	3	5	13	10	55

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BIII	T4	4	6	18	21	36
BIII	T4	5	2	18	16	28
BIII	T4	6	1	11	12	22
BIII	T4	7	1	11	16	19
BIII	T4	8	3	20	14	26
BIII	T4	9	2	13	21	32
BIII	T4	10	4	10	18	18
BI	T5	1	10	18	32	25
BI	T5	2	9	23	28	28
BI	T5	3	8	19	17	35
BI	T5	4	9	18	22	42
BI	T5	5	8	22	26	32
BI	T5	6	4	14	31	37
BI	T5	7	8	19	18	33
BI	T5	8	7	22	25	36
BI	T5	9	4	23	23	22
BI	T5	10	9	28	32	43
BII	T5	1	9	28	24	66
BII	T5	2	8	14	28	46
BII	T5	3	7	15	17	35
BII	T5	4	9	23	23	30
BII	T5	5	9	19	28	37
BII	T5	6	6	31	21	38
BII	T5	7	5	14	32	42
BII	T5	8	8	20	38	39
BII	T5	9	7	15	25	26
BII	T5	10	8	25	28	31
BIII	T5	1	9	28	28	38
BIII	T5	2	6	19	22	43
BIII	T5	3	8	27	20	54
BIII	T5	4	8	30	32	39
BIII	T5	5	5	25	37	32
BIII	T5	6	7	19	23	29
BIII	T5	7	6	12	24	45
BIII	T5	8	6	22	27	37
BIII	T5	9	6	16	32	30
BIII	T5	10	9	15	22	28
BI	T6	1	4	2	17	14
BI	T6	2	3	2	17	18
BI	T6	3	4	1	8	22

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BI	T6	4	2	4	27	16
BI	T6	5	0	6	25	27
BI	T6	6	4	8	22	12
BI	T6	7	5	6	15	10
BI	T6	8	2	4	9	28
BI	T6	9	6	7	12	22
BI	T6	10	4	10	8	30
BII	T6	1	3	6	36	39
BII	T6	2	3	8	56	28
BII	T6	3	2	10	22	30
BII	T6	4	5	6	18	32
BII	T6	5	3	4	30	12
BII	T6	6	2	9	21	16
BII	T6	7	4	11	18	20
BII	T6	8	3	4	10	18
BII	T6	9	5	7	23	10
BII	T6	10	2	9	12	16
BIII	T6	1	2	4	28	38
BIII	T6	2	5	6	12	43
BIII	T6	3	2	12	21	12
BIII	T6	4	4	8	24	14
BIII	T6	5	2	5	18	16
BIII	T6	6	3	10	20	10
BIII	T6	7	3	11	32	22
BIII	T6	8	2	8	14	18
BIII	T6	9	4	5	16	12
BIII	T6	10	4	3	15	10
BI	T7	1	5	10	12	17
BI	T7	2	3	17	30	10
BI	T7	3	4	18	8	39
BI	T7	4	3	8	16	22
BI	T7	5	4	19	20	27
BI	T7	6	4	9	12	32
BI	T7	7	6	8	9	20
BI	T7	8	2	12	13	18
BI	T7	9	4	21	15	25
BI	T7	10	3	18	18	16
BII	T7	1	6	15	53	50
BII	T7	2	2	11	20	25
BII	T7	3	4	19	33	30

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BII	T7	4	3	12	18	18
BII	T7	5	5	13	12	22
BII	T7	6	2	18	28	13
BII	T7	7	3	6	18	26
BII	T7	8	4	11	12	20
BII	T7	9	4	12	10	18
BII	T7	10	4	16	16	13
BIII	T7	1	4	23	32	62
BIII	T7	2	4	11	17	30
BIII	T7	3	3	15	34	42
BIII	T7	4	6	9	22	23
BIII	T7	5	2	11	18	28
BIII	T7	6	4	13	30	16
BIII	T7	7	5	18	12	28
BIII	T7	8	5	12	16	16
BIII	T7	9	3	8	15	10
BIII	T7	10	2	12	18	32
BI	T8	1	12	16	14	33
BI	T8	2	6	12	27	46
BI	T8	3	6	13	12	36
BI	T8	4	5	9	23	28
BI	T8	5	7	16	18	32
BI	T8	6	6	12	15	30
BI	T8	7	5	10	10	39
BI	T8	8	6	18	8	22
BI	T8	9	8	9	12	36
BI	T8	10	4	12	21	18
BII	T8	1	9	18	38	103
BII	T8	2	6	12	22	70
BII	T8	3	8	22	26	17
BII	T8	4	5	12	21	23
BII	T8	5	7	11	18	16
BII	T8	6	4	9	12	36
BII	T8	7	9	12	24	30
BII	T8	8	7	8	12	22
BII	T8	9	6	4	11	10
BII	T8	10	8	12	9	21
BIII	T8	1	10	11	23	46
BIII	T8	2	6	10	21	30
BIII	T8	3	5	9	15	45

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BIII	T8	4	9	22	16	39
BIII	T8	5	6	11	27	28
BIII	T8	6	5	15	9	21
BIII	T8	7	8	17	13	19
BIII	T8	8	6	12	22	36
BIII	T8	9	8	8	18	18
BIII	T8	10	8	12	10	30
BI	T9	1	4	11	18	14
BI	T9	2	2	16	20	23
BI	T9	3	3	9	10	18
BI	T9	4	5	13	13	24
BI	T9	5	4	15	17	20
BI	T9	6	3	15	9	20
BI	T9	7	6	8	11	27
BI	T9	8	4	12	16	12
BI	T9	9	3	6	12	28
BI	T9	10	2	16	19	10
BII	T9	1	6	8	23	27
BII	T9	2	2	12	12	32
BII	T9	3	4	11	18	18
BII	T9	4	6	13	24	16
BII	T9	5	3	16	9	14
BII	T9	6	4	22	12	22
BII	T9	7	3	9	18	15
BII	T9	8	2	11	8	17
BII	T9	9	2	10	12	10
BII	T9	10	4	12	10	20
BIII	T9	1	5	24	17	32
BIII	T9	2	3	12	12	25
BIII	T9	3	4	8	20	21
BIII	T9	4	4	12	8	18
BIII	T9	5	2	10	12	16
BIII	T9	6	2	11	16	10
BIII	T9	7	4	13	21	31
BIII	T9	8	5	9	8	12
BIII	T9	9	2	8	23	16
BIII	T9	10	5	12	8	22
BI	T10	1	6	0	0	0
BI	T10	2	8	0	0	0
BI	T10	3	4	0	0	0

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	1RA EVALUACIÓN (FLORACIÓN)	2DA EVALUACIÓN (GRANOS LECHOSO)	3RA EVALUACIÓN (GRANO PASTOSO)	4TA EVALUACIÓN (MADUREZ FISIOLÓGICA)
BI	T10	4	6	0	0	0
BI	T10	5	6	0	0	0
BI	T10	6	5	0	0	0
BI	T10	7	8	0	0	0
BI	T10	8	6	0	0	0
BI	T10	9	9	0	0	0
BI	T10	10	6	0	0	0
BII	T10	1	7	0	0	0
BII	T10	2	9	1	0	0
BII	T10	3	4	0	0	0
BII	T10	4	6	0	0	0
BII	T10	5	8	0	0	0
BII	T10	6	5	0	0	0
BII	T10	7	6	0	0	0
BII	T10	8	6	0	0	1
BII	T10	9	9	0	0	0
BII	T10	10	6	0	0	0
BIII	T10	1	8	0	0	0
BIII	T10	2	6	0	0	0
BIII	T10	3	5	0	0	0
BIII	T10	4	7	0	0	0
BIII	T10	5	6	0	0	0
BIII	T10	6	5	0	0	0
BIII	T10	7	5	0	0	0
BIII	T10	8	4	0	0	0
BIII	T10	9	8	0	0	0
BIII	T10	10	6	0	0	0

Tabla 37

Datos de grado de daño por efecto de “Kcona Kcona” en parcela experimental de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Salcedo INIA, con tratamientos de *Trichoderma* sp. endófito y *Microorganismos Eficaces* (EM-1).

BLOQUE	TRATAMIENTO	Nº DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BI	T1	1	2
BI	T1	2	2
BI	T1	3	2
BI	T1	4	2
BI	T1	5	2
BI	T1	6	2

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BI	T1	7	2
BI	T1	8	2
BI	T1	9	2
BI	T1	10	2
BII	T1	1	2
BII	T1	2	2
BII	T1	3	2
BII	T1	4	2
BII	T1	5	2
BII	T1	6	2
BII	T1	7	2
BII	T1	8	2
BII	T1	9	2
BII	T1	10	2
BIII	T1	1	2
BIII	T1	2	2
BIII	T1	3	2
BIII	T1	4	2
BIII	T1	5	2
BIII	T1	6	2
BIII	T1	7	2
BIII	T1	8	2
BIII	T1	9	2
BIII	T1	10	2
BI	T2	1	2
BI	T2	2	2
BI	T2	3	2
BI	T2	4	2
BI	T2	5	2
BI	T2	6	2
BI	T2	7	2
BI	T2	8	2
BI	T2	9	2
BI	T2	10	2
BII	T2	1	2
BII	T2	2	2
BII	T2	3	2
BII	T2	4	2
BII	T2	5	2
BII	T2	6	2
BII	T2	7	2

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BII	T2	8	2
BII	T2	9	2
BII	T2	10	2
BIII	T2	1	2
BIII	T2	2	2
BIII	T2	3	2
BIII	T2	4	2
BIII	T2	5	2
BIII	T2	6	2
BIII	T2	7	2
BIII	T2	8	2
BIII	T2	9	2
BIII	T2	10	2
BI	T3	1	2
BI	T3	2	2
BI	T3	3	2
BI	T3	4	2
BI	T3	5	2
BI	T3	6	2
BI	T3	7	2
BI	T3	8	2
BI	T3	9	2
BI	T3	10	2
BII	T3	1	2
BII	T3	2	2
BII	T3	3	2
BII	T3	4	2
BII	T3	5	2
BII	T3	6	2
BII	T3	7	2
BII	T3	8	2
BII	T3	9	2
BII	T3	10	2
BIII	T3	1	2
BIII	T3	2	2
BIII	T3	3	2
BIII	T3	4	2
BIII	T3	5	2
BIII	T3	6	2
BIII	T3	7	2
BIII	T3	8	2

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BIII	T3	9	2
BIII	T3	10	2
BI	T4	1	2
BI	T4	2	2
BI	T4	3	2
BI	T4	4	2
BI	T4	5	2
BI	T4	6	2
BI	T4	7	2
BI	T4	8	2
BI	T4	9	2
BI	T4	10	2
BII	T4	1	2
BII	T4	2	2
BII	T4	3	2
BII	T4	4	2
BII	T4	5	2
BII	T4	6	2
BII	T4	7	2
BII	T4	8	2
BII	T4	9	2
BII	T4	10	2
BIII	T4	1	2
BIII	T4	2	2
BIII	T4	3	2
BIII	T4	4	2
BIII	T4	5	2
BIII	T4	6	2
BIII	T4	7	2
BIII	T4	8	2
BIII	T4	9	2
BIII	T4	10	2
BI	T5	1	2
BI	T5	2	2
BI	T5	3	2
BI	T5	4	2
BI	T5	5	2
BI	T5	6	2
BI	T5	7	2
BI	T5	8	2
BI	T5	9	2

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BI	T5	10	2
BII	T5	1	2
BII	T5	2	2
BII	T5	3	2
BII	T5	4	2
BII	T5	5	2
BII	T5	6	2
BII	T5	7	2
BII	T5	8	2
BII	T5	9	2
BII	T5	10	2
BIII	T5	1	2
BIII	T5	2	2
BIII	T5	3	2
BIII	T5	4	2
BIII	T5	5	2
BIII	T5	6	2
BIII	T5	7	2
BIII	T5	8	2
BIII	T5	9	2
BIII	T5	10	2
BI	T6	1	2
BI	T6	2	2
BI	T6	3	2
BI	T6	4	2
BI	T6	5	2
BI	T6	6	2
BI	T6	7	2
BI	T6	8	2
BI	T6	9	2
BI	T6	10	2
BII	T6	1	2
BII	T6	2	2
BII	T6	3	2
BII	T6	4	2
BII	T6	5	2
BII	T6	6	2
BII	T6	7	2
BII	T6	8	2
BII	T6	9	2
BII	T6	10	2

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BIII	T6	1	2
BIII	T6	2	2
BIII	T6	3	2
BIII	T6	4	2
BIII	T6	5	2
BIII	T6	6	2
BIII	T6	7	2
BIII	T6	8	2
BIII	T6	9	2
BIII	T6	10	2
BI	T7	1	2
BI	T7	2	2
BI	T7	3	2
BI	T7	4	2
BI	T7	5	2
BI	T7	6	2
BI	T7	7	2
BI	T7	8	2
BI	T7	9	2
BI	T7	10	2
BII	T7	1	2
BII	T7	2	2
BII	T7	3	2
BII	T7	4	2
BII	T7	5	2
BII	T7	6	2
BII	T7	7	2
BII	T7	8	2
BII	T7	9	2
BII	T7	10	2
BIII	T7	1	2
BIII	T7	2	2
BIII	T7	3	2
BIII	T7	4	2
BIII	T7	5	2
BIII	T7	6	2
BIII	T7	7	2
BIII	T7	8	2
BIII	T7	9	2
BIII	T7	10	2
BI	T8	1	2

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BI	T8	2	2
BI	T8	3	2
BI	T8	4	2
BI	T8	5	2
BI	T8	6	2
BI	T8	7	2
BI	T8	8	2
BI	T8	9	2
BI	T8	10	2
BII	T8	1	2
BII	T8	2	2
BII	T8	3	2
BII	T8	4	2
BII	T8	5	2
BII	T8	6	2
BII	T8	7	2
BII	T8	8	2
BII	T8	9	2
BII	T8	10	2
BIII	T8	1	2
BIII	T8	2	2
BIII	T8	3	2
BIII	T8	4	2
BIII	T8	5	2
BIII	T8	6	2
BIII	T8	7	2
BIII	T8	8	2
BIII	T8	9	2
BIII	T8	10	2
BI	T9	1	2
BI	T9	2	2
BI	T9	3	2
BI	T9	4	2
BI	T9	5	2
BI	T9	6	2
BI	T9	7	2
BI	T9	8	2
BI	T9	9	2
BI	T9	10	2
BII	T9	1	2
BII	T9	2	2

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BII	T9	3	2
BII	T9	4	2
BII	T9	5	2
BII	T9	6	2
BII	T9	7	2
BII	T9	8	2
BII	T9	9	2
BII	T9	10	2
BIII	T9	1	2
BIII	T9	2	2
BIII	T9	3	2
BIII	T9	4	2
BIII	T9	5	2
BIII	T9	6	2
BIII	T9	7	2
BIII	T9	8	2
BIII	T9	9	2
BIII	T9	10	2
BI	T10	1	1
BI	T10	2	1
BI	T10	3	1
BI	T10	4	1
BI	T10	5	1
BI	T10	6	1
BI	T10	7	1
BI	T10	8	1
BI	T10	9	1
BI	T10	10	1
BII	T10	1	1
BII	T10	2	1
BII	T10	3	1
BII	T10	4	1
BII	T10	5	1
BII	T10	6	1
BII	T10	7	1
BII	T10	8	1
BII	T10	9	1
BII	T10	10	1
BIII	T10	1	1
BIII	T10	2	1
BIII	T10	3	1

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	GRADO DE DAÑO
BIII	T10	4	1
BIII	T10	5	1
BIII	T10	6	1
BIII	T10	7	1
BIII	T10	8	1
BIII	T10	9	1
BIII	T10	10	1

Tabla 38

*Datos de evaluación de parámetros morfológicos: Altura de planta, longitud de panoja y peso de granos de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de Trichoderma sp. endófito y Microorganismos Eficacaces.*

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BI	T1	1	92.00	45.00	11.75
BI	T1	2	75.00	26.00	19.04
BI	T1	3	79.00	26.00	17.31
BI	T1	4	81.00	27.00	59.83
BI	T1	5	73.00	39.00	50.22
BI	T1	6	74.00	28.00	19.58
BI	T1	7	96.00	36.00	19.22
BI	T1	8	87.00	36.00	28.10
BI	T1	9	88.00	36.00	8.71
BI	T1	10	95.00	23.00	25.41
BII	T1	1	130.00	40.00	35.09
BII	T1	2	110.00	40.00	37.97
BII	T1	3	140.00	50.00	50.65
BII	T1	4	125.00	50.00	23.99
BII	T1	5	130.00	35.00	54.42
BII	T1	6	135.00	40.00	26.80
BII	T1	7	120.00	40.00	46.30
BII	T1	8	105.00	30.00	35.51
BII	T1	9	110.00	35.00	30.64
BII	T1	10	110.00	30.00	39.49
BIII	T1	1	111.00	36.00	17.18
BIII	T1	2	83.00	23.00	28.74
BIII	T1	3	82.00	22.00	18.00
BIII	T1	4	55.00	16.00	9.49
BIII	T1	5	90.00	33.00	16.43
BIII	T1	6	75.00	24.00	18.36

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BIII	T1	7	89.00	28.00	19.40
BIII	T1	8	87.00	21.00	23.84
BIII	T1	9	110.00	45.00	32.25
BIII	T1	10	80.00	23.00	5.75
BI	T2	1	82.00	30.00	19.52
BI	T2	2	80.00	27.00	22.39
BI	T2	3	94.00	33.00	41.99
BI	T2	4	92.00	29.00	31.21
BI	T2	5	104.00	30.00	8.59
BI	T2	6	102.00	34.00	19.52
BI	T2	7	101.00	46.00	24.57
BI	T2	8	99.00	45.00	23.98
BI	T2	9	109.00	39.00	17.59
BI	T2	10	102.00	30.00	28.87
BII	T2	1	131.00	54.00	65.99
BII	T2	2	133.00	51.00	16.92
BII	T2	3	111.00	36.00	29.30
BII	T2	4	99.00	27.00	33.12
BII	T2	5	142.00	38.00	35.00
BII	T2	6	103.00	36.00	10.91
BII	T2	7	125.00	43.00	32.22
BII	T2	8	119.00	46.00	76.81
BII	T2	9	149.00	70.00	80.91
BII	T2	10	122.00	46.00	46.90
BIII	T2	1	118.00	32.00	22.87
BIII	T2	2	117.00	37.00	27.29
BIII	T2	3	100.00	31.00	15.44
BIII	T2	4	119.00	36.00	49.08
BIII	T2	5	104.00	33.00	28.61
BIII	T2	6	87.00	34.00	45.26
BIII	T2	7	105.00	28.00	59.50
BIII	T2	8	114.00	37.00	26.60
BIII	T2	9	110.00	38.00	18.39
BIII	T2	10	121.00	37.00	23.19
BI	T3	1	62.00	24.00	21.35
BI	T3	2	61.00	28.00	24.40
BI	T3	3	57.00	28.00	3.81
BI	T3	4	88.00	32.00	27.24
BI	T3	5	73.00	24.00	13.72
BI	T3	6	98.00	36.00	8.09
BI	T3	7	92.00	31.00	11.17

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BI	T3	8	77.00	24.00	24.56
BI	T3	9	64.00	16.00	9.50
BI	T3	10	66.00	40.00	17.82
BII	T3	1	117.00	40.00	31.24
BII	T3	2	117.00	40.00	23.96
BII	T3	3	116.00	42.00	28.25
BII	T3	4	92.00	34.00	55.96
BII	T3	5	126.00	51.00	40.78
BII	T3	6	125.00	49.00	22.36
BII	T3	7	118.00	33.00	79.01
BII	T3	8	126.00	34.00	31.41
BII	T3	9	113.00	45.00	65.01
BII	T3	10	110.00	28.00	70.07
BIII	T3	1	89.00	35.00	21.83
BIII	T3	2	86.00	34.00	57.75
BIII	T3	3	91.00	38.00	22.44
BIII	T3	4	96.00	26.00	16.20
BIII	T3	5	123.00	39.00	32.06
BIII	T3	6	126.00	49.00	32.81
BIII	T3	7	106.00	40.00	34.36
BIII	T3	8	111.00	41.00	80.43
BIII	T3	9	90.00	49.00	57.76
BIII	T3	10	106.00	35.00	56.85
BI	T4	1	65.00	11.50	28.57
BI	T4	2	75.00	21.00	20.63
BI	T4	3	100.00	20.00	13.54
BI	T4	4	104.00	34.00	22.28
BI	T4	5	110.00	34.00	18.45
BI	T4	6	101.00	24.50	40.00
BI	T4	7	100.00	22.00	36.62
BI	T4	8	104.50	29.00	65.71
BI	T4	9	106.00	31.00	24.36
BI	T4	10	99.50	19.50	44.80
BII	T4	1	135.00	35.00	40.83
BII	T4	2	129.00	36.00	54.26
BII	T4	3	120.00	37.00	70.06
BII	T4	4	133.00	32.00	49.73
BII	T4	5	106.00	35.00	36.97
BII	T4	6	130.00	32.00	24.95
BII	T4	7	124.00	40.00	78.04
BII	T4	8	120.00	30.00	55.13

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BII	T4	9	126.00	38.00	39.07
BII	T4	10	120.00	30.00	17.07
BIII	T4	1	96.00	27.00	3.53
BIII	T4	2	97.00	24.00	30.91
BIII	T4	3	64.00	17.00	38.02
BIII	T4	4	112.00	39.00	72.11
BIII	T4	5	73.00	15.00	85.82
BIII	T4	6	108.00	29.00	54.48
BIII	T4	7	115.00	21.00	22.23
BIII	T4	8	99.00	28.00	51.83
BIII	T4	9	82.00	16.00	20.89
BIII	T4	10	88.00	31.00	26.85
BI	T5	1	68.00	15.00	8.85
BI	T5	2	59.00	18.00	16.93
BI	T5	3	65.00	18.00	10.27
BI	T5	4	58.00	15.00	5.64
BI	T5	5	86.00	14.00	14.58
BI	T5	6	66.00	17.00	16.15
BI	T5	7	82.00	17.00	20.50
BI	T5	8	80.00	12.00	12.49
BI	T5	9	90.00	18.00	9.41
BI	T5	10	83.00	23.00	8.76
BII	T5	1	128.00	40.00	38.36
BII	T5	2	110.00	40.00	76.59
BII	T5	3	117.00	34.00	46.58
BII	T5	4	99.00	25.00	17.42
BII	T5	5	110.00	28.00	22.69
BII	T5	6	122.00	32.00	22.06
BII	T5	7	102.00	28.00	36.25
BII	T5	8	129.00	29.00	23.90
BII	T5	9	127.00	47.00	23.28
BII	T5	10	90.00	29.00	18.51
BIII	T5	1	64.00	34.00	7.32
BIII	T5	2	73.00	28.00	33.01
BIII	T5	3	66.00	29.00	81.94
BIII	T5	4	87.00	36.00	53.08
BIII	T5	5	100.00	38.00	38.17
BIII	T5	6	89.00	36.00	35.61
BIII	T5	7	110.00	45.00	16.05
BIII	T5	8	95.00	38.00	8.31
BIII	T5	9	70.00	29.00	31.82

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BIII	T5	10	92.00	36.00	34.62
BI	T6	1	96.00	37.00	84.72
BI	T6	2	124.00	38.00	18.69
BI	T6	3	180.00	29.00	88.28
BI	T6	4	125.00	46.00	57.91
BI	T6	5	135.00	56.00	68.55
BI	T6	6	137.00	44.00	17.09
BI	T6	7	127.00	48.00	49.04
BI	T6	8	139.00	39.00	99.96
BI	T6	9	142.00	55.00	37.11
BI	T6	10	116.00	44.00	94.20
BII	T6	1	101.00	27.00	19.87
BII	T6	2	104.00	39.00	30.75
BII	T6	3	102.00	40.00	46.29
BII	T6	4	137.00	57.00	14.36
BII	T6	5	108.00	41.00	12.39
BII	T6	6	103.00	32.00	34.94
BII	T6	7	116.00	44.00	30.62
BII	T6	8	116.00	33.00	25.40
BII	T6	9	101.00	38.00	39.06
BII	T6	10	107.00	36.00	50.32
BIII	T6	1	105.00	52.00	25.59
BIII	T6	2	100.00	38.00	10.68
BIII	T6	3	92.00	19.00	28.29
BIII	T6	4	97.00	26.00	23.67
BIII	T6	5	100.00	33.00	25.55
BIII	T6	6	116.00	38.00	19.01
BIII	T6	7	103.00	32.00	24.46
BIII	T6	8	94.00	39.00	25.86
BIII	T6	9	103.00	28.00	33.77
BIII	T6	10	91.00	31.00	25.08
BI	T7	1	71.00	19.00	11.94
BI	T7	2	103.00	32.00	11.01
BI	T7	3	89.00	20.00	11.09
BI	T7	4	91.00	33.00	52.59
BI	T7	5	88.00	20.00	14.73
BI	T7	6	89.00	29.00	28.11
BI	T7	7	87.00	27.00	47.97
BI	T7	8	102.00	23.00	10.60
BI	T7	9	115.00	38.00	23.45
BI	T7	10	118.00	43.00	11.20

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BII	T7	1	96.00	23.00	9.94
BII	T7	2	68.00	15.00	16.67
BII	T7	3	83.00	18.00	7.33
BII	T7	4	87.00	28.00	16.87
BII	T7	5	113.00	28.00	4.23
BII	T7	6	76.00	24.00	10.90
BII	T7	7	84.00	17.00	8.39
BII	T7	8	77.00	20.00	27.32
BII	T7	9	97.00	18.00	8.64
BII	T7	10	90.00	20.00	6.62
BIII	T7	1	121.00	44.00	85.35
BIII	T7	2	123.00	39.00	46.73
BIII	T7	3	95.00	28.00	13.30
BIII	T7	4	109.00	38.00	37.43
BIII	T7	5	126.00	47.00	83.61
BIII	T7	6	102.00	34.00	56.14
BIII	T7	7	113.00	38.00	21.47
BIII	T7	8	124.00	40.00	39.66
BIII	T7	9	115.00	36.00	66.31
BIII	T7	10	127.00	36.00	76.05
BI	T8	1	55.00	18.00	40.49
BI	T8	2	60.00	24.20	9.40
BI	T8	3	59.50	22.30	22.56
BI	T8	4	89.50	26.50	8.14
BI	T8	5	82.50	30.00	16.68
BI	T8	6	83.50	22.50	20.11
BI	T8	7	98.00	31.00	22.37
BI	T8	8	81.50	18.50	9.18
BI	T8	9	75.00	24.50	6.01
BI	T8	10	98.00	33.00	4.62
BII	T8	1	105.00	44.00	8.04
BII	T8	2	99.00	27.00	29.62
BII	T8	3	120.00	48.00	37.85
BII	T8	4	110.00	36.00	17.48
BII	T8	5	90.00	37.00	57.63
BII	T8	6	117.00	34.00	38.15
BII	T8	7	111.00	32.00	24.97
BII	T8	8	74.00	26.00	16.11
BII	T8	9	113.00	42.00	40.50
BII	T8	10	97.00	21.00	16.52
BIII	T8	1	112.00	26.00	36.14

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BIII	T8	2	124.00	32.00	73.65
BIII	T8	3	122.00	40.00	15.22
BIII	T8	4	64.00	30.00	40.59
BIII	T8	5	100.00	34.00	49.52
BIII	T8	6	110.00	33.00	30.90
BIII	T8	7	100.00	36.00	9.05
BIII	T8	8	87.00	22.00	55.03
BIII	T8	9	97.00	43.00	41.25
BIII	T8	10	114.00	42.00	52.95
BI	T9	1	91.00	26.00	17.98
BI	T9	2	83.00	25.00	25.58
BI	T9	3	104.00	24.00	17.47
BI	T9	4	98.00	26.00	25.67
BI	T9	5	84.00	15.00	7.45
BI	T9	6	110.00	25.00	23.24
BI	T9	7	110.00	20.00	53.33
BI	T9	8	94.00	16.00	19.49
BI	T9	9	108.00	30.00	33.40
BI	T9	10	107.00	30.00	19.97
BII	T9	1	121.00	36.00	23.23
BII	T9	2	114.00	33.00	15.93
BII	T9	3	101.00	28.00	22.22
BII	T9	4	115.00	36.00	26.99
BII	T9	5	97.00	35.00	45.54
BII	T9	6	105.00	34.00	31.33
BII	T9	7	92.00	32.00	16.94
BII	T9	8	116.00	43.00	48.42
BII	T9	9	81.00	26.00	8.37
BII	T9	10	105.00	32.00	22.95
BIII	T9	1	105.00	40.00	50.53
BIII	T9	2	85.00	37.00	22.58
BIII	T9	3	112.00	47.00	12.34
BIII	T9	4	108.00	50.00	59.33
BIII	T9	5	104.00	38.00	29.76
BIII	T9	6	89.00	32.00	75.29
BIII	T9	7	85.00	24.00	43.37
BIII	T9	8	96.00	30.00	19.60
BIII	T9	9	86.00	30.00	16.23
BIII	T9	10	100.00	30.00	33.94
BI	T10	1	75.00	36.00	22.53
BI	T10	2	68.00	32.00	12.66

BLOQUE	TRATAMIENTO	N° DE PLANTA	ALTURA DE PLANTA (cm)	LONGITUD DE PANOJA (cm)	PESO DE GRANOS/PLANTA (g)
BI	T10	3	64.00	23.00	9.69
BI	T10	4	57.00	23.00	16.00
BI	T10	5	57.00	24.00	16.94
BI	T10	6	63.00	25.00	7.23
BI	T10	7	73.00	25.00	9.43
BI	T10	8	64.00	21.50	20.90
BI	T10	9	60.00	16.00	12.02
BI	T10	10	57.00	29.00	16.09
BII	T10	1	123.00	30.00	21.55
BII	T10	2	99.00	25.00	76.44
BII	T10	3	86.00	24.00	8.83
BII	T10	4	88.00	18.00	10.50
BII	T10	5	98.00	28.00	15.50
BII	T10	6	98.00	29.00	8.15
BII	T10	7	94.00	25.00	6.28
BII	T10	8	79.00	24.00	11.51
BII	T10	9	100.00	27.00	13.49
BII	T10	10	135.50	33.00	10.03
BIII	T10	1	102.00	42.00	96.76
BIII	T10	2	119.00	46.50	36.63
BIII	T10	3	96.00	44.00	116.06
BIII	T10	4	127.00	48.00	30.21
BIII	T10	5	131.00	38.00	27.58
BIII	T10	6	109.00	30.00	156.48
BIII	T10	7	109.00	30.00	49.14
BIII	T10	8	140.00	42.00	23.11
BIII	T10	9	96.00	29.00	10.39
BIII	T10	10	131.00	42.00	35.39

Tabla 39

*Costo de producción quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de EM-1 al 5%*

ACTIVIDAD	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.- INSUMOS</b>				
Semilla	kg	12	18.00	216.00
EM-1	l	0.5	50.00	25.00
<b>2.- PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Roturado mecanizado	Horas máquina	3	60.00	180.00
Rastrado mecanizado	Horas máquina	1	60.00	60.00

Surcado mecanizado	Horas máquina	1	45.00	45.00
<b>3.- SIEMBRA</b>				
Sembrado manual	Jornal	2	50.00	100.00
Tapado manual	Jornal	2	50.00	100.00
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>				
Aporque y desmalezado	Jornal	8	50.00	400.00
Desahije	Jornal	8	50.00	400.00
<b>5.- CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Aplicación del producto	Jornal	6	50.00	300.00
<b>6.- COSECHA</b>				
Siega y emparvado	Jornal	8	50.00	400.00
Trillado	Jornal	10	50.00	500.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
Adquisición de sacos	Unidad	20	2.00	40.00
Transporte	servicio	1	50.00	50.00
Imprevistos	Global	1	200.00	200.00
<b>TOTAL</b>				3,016.00

Tabla 40

*Costo de producción quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de EM 1 al 10%*

ACTIVIDAD	UNID. MED.	CANTIDA D	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.- INSUMOS</b>				
Semilla	kg	12	18.00	216.00
EM-1	1	1	50.00	50.00
<b>2.- PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Roturado mecanizado	Horas máquina	3	60.00	180.00
Rastrado mecanizado	Horas máquina	1	60.00	60.00
Surcado mecanizado	Horas máquina	1	45.00	45.00
<b>3.- SIEMBRA</b>				
Sembrado manual	Jornal	2	50.00	100.00
Tapado manual	Jornal	2	50.00	100.00
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>				
Aporque y desmalezado	Jornal	8	50.00	400.00
Desahije	Jornal	8	50.00	400.00
<b>5.- CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Aplicación del producto	Jornal	6	50.00	300.00

<b>6.- COSECHA</b>				
Siega y emparvado	Jornal	8	50.00	400.00
Trillado	Jornal	10	50.00	500.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
Adquisición de sacos	Unidad	20	2.00	40.00
Transporte	servicio	1	50.00	50.00
Imprevistos	Global	1	200.00	200.00
<b>TOTAL</b>				3,041.00

Tabla 41

*Costo de producción quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de EM 1 al 15%*

ACTIVIDAD	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.- INSUMOS</b>				
Semilla	kg	12	18.00	216.00
EM-1	l	1.5	50.00	75.00
<b>2.- PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Roturado mecanizado	Horas máquina	3	60.00	180.00
Rastrado mecanizado	Horas máquina	1	60.00	60.00
Surcado mecanizado	Horas máquina	1	45.00	45.00
<b>3.- SIEMBRA</b>				
Sembrado manual	Jornal	2	50.00	100.00
Tapado manual	Jornal	2	50.00	100.00
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>				
Aporque y desmalezado	Jornal	8	50.00	400.00
Desahije	Jornal	6	50.00	300.00
<b>5.- CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Aplicación del producto	Jornal	8	50.00	400.00
<b>6.- COSECHA</b>				
Siega y emparvado	Jornal	8	50.00	400.00
Trillado	Jornal	10	50.00	500.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
Adquisición de sacos	Unidad	20	2.00	40.00
Transporte	servicio	1	50.00	50.00
Imprevistos	Global	1	200.00	200.00
<b>TOTAL</b>				3,066.00

Tabla 42

Costo de producción quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamientos de cepas de *Trichoderma* sp.

ACTIVIDAD	UNID. MED.	CANTIDA D	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.- INSUMOS</b>				
Semilla	kg	12	18.00	216.00
Cepas de <i>Trichoderma</i> sp.	Bolsa	12	14.00	168.00
<b>2.- PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Roturado mecanizado	Horas máquina	3	60.00	180.00
Rastrado mecanizado	Horas máquina	1	60.00	60.00
Surcado mecanizado	Horas máquina	1	45.00	45.00
<b>3.- SIEMBRA</b>				
Sembrado manual	Jornal	2	50.00	100.00
Tapado manual	Jornal	2	50.00	100.00
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>				
Aporque y desmalezado	Jornal	8	50.00	400.00
Desahije	Jornal	6	50.00	300.00
<b>5.- CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Aplicación del producto	Jornal	4	50.00	200.00
<b>6.- COSECHA</b>				
Siega y emparvado	Jornal	8	50.00	400.00
Trillado	Jornal	8	50.00	400.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
Adquisición de sacos	Unidad	20	2.00	40.00
Transporte	servicio	1	50.00	50.00
Imprevistos	Global	1	200.00	200.00
<b>TOTAL</b>				<b>2,859.00</b>

Tabla 43

Costo de producción quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamiento de *Trichoderma* sp. + EM 1 al 10%.

ACTIVIDAD	UNID. MED.	CANTIDA D	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.- INSUMOS</b>				
Semilla	kg	12	18.00	216.00
Cepas de <i>Trichoderma</i> sp.	Bolsa	12	14.00	168.00
EM - 1	1	1	40.00	40.00
<b>2.- PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				

Roturado mecanizado	Horas máquina	3	60.00	180.00
Rastrado mecanizado	Horas máquina	1	60.00	60.00
Surcado mecanizado	Horas máquina	1	45.00	45.00
<b>3.- SIEMBRA</b>				
Sembrado manual	Jornal	2	50.00	100.00
Tapado manual	Jornal	2	50.00	100.00
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>				
Aporque y desmalezado	Jornal	8	50.00	400.00
Desahije	Jornal	6	50.00	300.00
<b>5.- CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Aplicación del producto	Jornal	4	50.00	200.00
<b>6.- COSECHA</b>				
Siega y emparvado	Jornal	8	50.00	400.00
Trillado	Jornal	10	50.00	500.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
Adquisición de sacos	Unidad	20	2.00	40.00
Transporte	servicio	1	50.00	50.00
Imprevistos	Global	1	200.00	200.00
<b>TOTAL</b>				<b>2,999.00</b>

Tabla 44

*Costo de producción quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, con tratamiento químico: Karate (testigo relativo).*

ACTIVIDAD	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.- INSUMOS</b>				
Semilla	kg	12	18.00	216.00
Producto químico	l	1	120.00	120.00
<b>2.- PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Roturado mecanizado	Horas máquina	3	60.00	180.00
Rastrado mecanizado	Horas máquina	1	60.00	60.00
Surcado mecanizado	Horas máquina	1	45.00	45.00
<b>3.- SIEMBRA</b>				
Sembrado manual	Jornal	2	50.00	100.00
Tapado manual	Jornal	2	50.00	100.00
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>				
Aporque y desmalezado	Jornal	8	50.00	400.00
Desahije	Jornal	6	50.00	300.00

<b>5.- CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Aplicación del producto	Jornal	4	50.00	200.00
<b>6.- COSECHA</b>				
Siega y emparvado	Jornal	8	50.00	400.00
Trillado	Jornal	10	50.00	500.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
Adquisición de sacos	Unidad	20	2.00	40.00
Transporte	servicio	1	50.00	50.00
Imprevistos	Global	1	200.00	200.00
<b>TOTAL</b>				<b>2,911.00</b>

Tabla 45

Costo de producción quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en parcela experimental Var. Salcedo INIA, sin tratamiento (testigo absoluto).

ACTIVIDAD	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.- INSUMOS</b>				
Semilla	kg	12	18.00	216.00
<b>2.- PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Roturado mecanizado	Horas máquina	3	60.00	180.00
Rastrado mecanizado	Horas máquina	1	60.00	60.00
Surcado mecanizado	Horas máquina	1	45.00	45.00
<b>3.- SIEMBRA</b>				
Sembrado manual	Jornal	2	50.00	100.00
Tapado manual	Jornal	2	50.00	100.00
<b>4.- LABORES CULTURALES</b>				
Aporque y desmalezado	Jornal	8	50.00	400.00
Desahije	Jornal	6	50.00	300.00
<b>5.- CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Aplicación del producto	Jornal	4	50.00	200.00
<b>6.- COSECHA</b>				
Siega y emparvado	Jornal	8	50.00	400.00
Trillado	Jornal	10	50.00	500.00
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>				
Adquisición de sacos	Unidad	20	2.00	40.00
Transporte	servicio	1	50.00	50.00
Imprevistos	Global	1	200.00	200.00
<b>TOTAL</b>				<b>2,791.00</b>

ANEXO 2. Otras figuras



Figura 21. Resultado de análisis de suelo de la parcela experimental, realizado en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la EEA Illpa - INIA Puno.