

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



“ENFERMEDADES FUNGOSAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN  
LA ZONA AGROECOLÓGICA CIRCUNLACUSTRE DE PUNO, DURANTE LA  
CAMPAÑA AGRÍCOLA 2015-2016.”

TESIS

PRESENTADA POR:

MARIE ARUHUANCA AGUILAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PROMOCIÓN: 2016 – I

PUNO – PERÚ

2018

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

“ENFERMEDADES FUNGOSAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN LA ZONA AGROECOLÓGICA CIRCUNLACUSTRE DE PUNO, DURANTE LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2015-2016.”

TESIS  
 PRESENTADA POR:  
 MARIE ARHUANCA AGUILAR



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
 INGENIERO AGRÓNOMO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 03 DE ABRIL DE 2018

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

|                   |   |  |       |                                      |
|-------------------|---|--|-------|--------------------------------------|
| PRESIDENTE        | : |  | ..... | Dr. Luis Alfredo PALAO TURREGUI.     |
| PRIMER MIEMBRO    | : |  | ..... | Dr. Juan Gregorio ZAPANA PARI        |
| SEGUNDO MIEMBRO   | : |  | ..... | Dr. Félix Alonso ASTETE MALDONADO.   |
| DIRECTOR DE TESIS | : |  | ..... | Ph. D. Juan Bautista, ASTORGA NEIRA. |
| ASESOR DE TESIS   | : |  | ..... | Mg. Ag. Marilú CHANINI QUISPE.       |
| ASESOR DE TESIS   | : |  | ..... | M. Sc. Betsabe LEON TTACCA           |

PUNO – PERÚ

2018

Área: Ciencias Agrícolas  
 Tema: Cambio Climático y Agricultura

## DEDICATORIA

Es mi deseo como agradecimiento, dedicar este trabajo a mis padres quienes son el pilar fundamental en todo lo que soy, por su apoyo incondicional y alentarme en cada paso que doy en mi desarrollo personal y profesional. A mi hermana por el cariño y apoyo.

Marie A.

“Fuertes razones, hacen fuertes acciones”

William Shakespeare

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por cada oportunidad de vivir, no dejarme caer y darme fuerzas para seguir adelante.
- A mis padres, por siempre apoyarme, motivarme y comprenderme, su colaboración en el desarrollo de este trabajo de tesis fue fundamental.
- Al PhD. D. Juan Astorga Neira, por su apoyo durante mi formación profesional y la ejecución de este trabajo, sus consejos y demás aportes fueron muy relevantes.
- A la Ing. Marilú Chanini Quispe, por su apoyo incondicional, los innumerables consejos y alentarme siempre a crecer personal y profesionalmente.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la UNA Puno por su participación durante mi formación profesional.
- A los productores agrícolas de los distintos lugares evaluados, que amablemente me brindaron información y permitieron el acceso a sus parcelas.
- A los amigos, compañeros de clases y demás personas que formaron parte de mi vida, que dejaron lecciones y recuerdos que guarda mi mente.

Marie Aruhuanca Aguilar.

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN.....  | 15 |
| INTRODUCCIÓN .....  | 16 |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES, OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION ..... | 17 |
| 1.1. Planteamiento del Problema.....  | 17 |
| 1.2. Antecedentes .....   | 18 |
| 1.3. Objetivos De La Investigación.....   | 19 |
| 1.3.1. Objetivo general .....   | 19 |
| 1.3.2. Objetivos específicos.....   | 19 |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION .....                          | 20 |
| 2.1. Marco Teórico.....   | 20 |
| 2.1.1. Origen de la quinua.....   | 20 |
| 2.1.2. Taxonomía:.....  | 20 |
| 2.1.3. Descripción botánica: .....  | 21 |
| 2.1.3.1. Raíz .....   | 21 |
| 2.1.3.2. Tallo.....   | 21 |
| 2.1.3.3. Hoja.....  | 22 |
| 2.1.3.4. Inflorescencia.....  | 22 |
| 2.1.3.5. Flores .....   | 22 |
| 2.1.3.6. Fruto.....   | 23 |
| 2.1.4. Fenología y fases fenológicas de la quinua .....                                   | 23 |
| 2.1.4.1. Emergencia .....   | 23 |
| 2.1.4.2. Dos hojas verdaderas .....   | 23 |
| 2.1.4.3. Cuatro hojas verdaderas.....   | 23 |
| 2.1.4.4. Seis hojas verdaderas .....  | 24 |
| 2.1.4.5. Ramificación.....  | 24 |
| 2.1.4.6. Inicio de panojamiento.....  | 24 |
| 2.1.4.7. Panojamiento .....   | 25 |
| 2.1.4.8. Inicio de floración.....   | 25 |
| 2.1.4.9. Floración .....  | 25 |
| 2.1.4.10. Grano lechoso .....   | 25 |
| 2.1.4.11. Grano pastoso .....   | 25 |
| 2.1.4.12. Madurez fisiológica .....   | 26 |
| 2.1.4.13. Madurez de cosecha.....   | 26 |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 2.1.5.  | Enfermedades .....  | 26 |
| 2.1.5.1.                                      | Mildiu ( <i>Peronospora variabilis</i> ).....   | 26 |
| 2.1.5.2.                                      | Mancha foliar ( <i>Ascochyta hyalospora</i> ).....  | 28 |
| 2.1.5.3.                                      | Pobredumbre marrón del tallo ( <i>Phoma exigua</i> var. <i>Foveata</i> ).....                             | 29 |
| 2.1.5.4.                                      | Mancha ojival del tallo ( <i>Phoma</i> sp.).....  | 30 |
| 2.1.5.5.                                      | Ojo de gallo ( <i>Passalora dubia</i> ).....  | 31 |
| 2.1.5.6.                                      | Moho verde ( <i>Cladosporium</i> sp.).....  | 32 |
| 2.1.5.7.                                      | Marchitez a la emergencia ( <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium</i> spp.;<br><i>Pythium</i> sp.)..... | 34 |
| 2.1.6.  | Incidencia y severidad en enfermedades .....  | 35 |
| 2.1.7.  | Zona agro ecológica circunlacustre .....  | 36 |
| 2.1.8.  | Producción de quinua en los sitios de estudio .....   | 36 |
| 2.1.9.  | Clima .....   | 39 |
| 2.1.9.1.                                      | La temperatura .....  | 39 |
| 2.1.9.2.                                      | La presión atmosférica.....   | 39 |
| 2.1.9.3.                                      | El viento.....  | 40 |
| 2.1.9.4.                                      | La radiación solar.....   | 40 |
| 2.1.9.5.                                      | La humedad del aire.....  | 40 |
| 2.1.9.6.                                      | La precipitación .....  | 40 |
| 2.2.  | Hipótesis de la investigación.....  | 41 |
| 2.2.1.  | Hipótesis general .....   | 41 |
| 2.2.2.  | Hipótesis específica .....  | 41 |
| CAPITULO III: AREA DE ESTUDIO Y METODOS ..... |   | 42 |
| 3.1.  | Ubicación y caracterización del área de prospección.....  | 42 |
| 3.2.  | Ubicación política/geográfica de los sitios de estudio .....  | 43 |
| 3.3.  | Evaluación en campo .....   | 44 |
| 3.3.1.  | Identificación de la enfermedad.....  | 44 |
| 3.3.2.  | Observación de la sintomatología de las enfermedades .....  | 44 |
| 3.3.2.1.                                      | Mildiu ( <i>Peronospora variabilis</i> ).....   | 44 |
| 3.3.2.2.                                      | Moho verde ( <i>Cladosporium</i> sp.).....  | 45 |
| 3.3.2.3.                                      | Mancha ojival del tallo ( <i>Phoma</i> sp.).....  | 45 |
| 3.3.2.4.                                      | Mancha foliar ( <i>Ascochyta hyalospora</i> ).....  | 45 |
| 3.3.3.  | Evaluación de la incidencia .....   | 45 |
| 3.4.  | Recolección de muestras para la evaluación de la severidad .....  | 47 |

|   |    |
|---|----|
| 3.5. Recolección de muestras para la identificación del agente causal .....   | 47 |
| 3.6. Evaluación en laboratorio .....  | 48 |
| 3.6.1. Evaluación de severidad .....  | 48 |
| 3.6.1.1. Mildiu ( <i>Peronospora variabilis</i> ).....  | 48 |
| 3.6.1.2. Moho verde ( <i>Cladosporium</i> sp), mancha foliar ( <i>Ascochyta hyalospora</i> ), y mancha ojival del tallo ( <i>Phoma</i> sp.) ..... | 48 |
| 3.6.2. Identificación del agente causal.....  | 49 |
| 3.7. Información meteorológica. ....  | 50 |
| 3.8. Periodo de ejecución .....   | 58 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION .....   | 59 |
| 4.1. Identificación de enfermedades.....  | 59 |
| 4.1.1. Identificación de enfermedades en campo.....   | 59 |
| 4.1.1.1. Mildiu ( <i>Peronospora variabilis</i> ).....  | 59 |
| 4.1.1.2. Moho Verde ( <i>Cladosporium</i> sp.) .....  | 60 |
| 4.1.1.3. Mancha Ojival del tallo ( <i>Phoma</i> sp.) .....  | 60 |
| 4.1.1.4. Mancha Foliar ( <i>Ascochyta hyalospora</i> ) .....  | 61 |
| 4.1.2. Identificación de enfermedades en laboratorio .....  | 61 |
| 4.1.2.1. Mildiu ( <i>Peronospora variabilis</i> ) .....   | 61 |
| 4.1.2.2. Moho Verde ( <i>Cladosporium</i> sp.) .....  | 62 |
| 4.1.2.3. Mancha Ojival del tallo ( <i>Phoma</i> sp.) .....  | 62 |
| 4.1.2.4. Mancha Foliar ( <i>Ascochyta hyalospora</i> ) .....  | 63 |
| 4.2. Incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....   | 64 |
| 4.2.1. Mildiu ( <i>Peronospora variabilis</i> ).....  | 64 |
| 4.2.2. Moho verde ( <i>Cladosporium</i> sp.).....   | 67 |
| 4.2.3. Mancha ojival del tallo ( <i>Phoma</i> sp.).....   | 69 |
| 4.2.4. Mancha foliar ( <i>Ascochyta hyalospora</i> ).....   | 71 |
| 4.3. Severidad de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....  | 73 |
| 4.3.1. Mildiu ( <i>Peronospora variabilis</i> ).....  | 73 |
| 4.3.2. Moho verde ( <i>Cladosporium</i> sp.).....   | 75 |
| 4.3.3. Mancha ojival ( <i>Phoma</i> sp.).....   | 77 |



|   |    |
|---|----|
| 4.3.4. Mancha foliar ( <i>Ascochyta hyalospora</i> )..... | 79 |
| CONCLUSIONES .....  | 82 |
| RECOMENDACIONES .....                                     | 83 |
| BIBLIOGRAFIA .....  | 84 |
| ANEXOS .....  | 88 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Hoja de quinua con micelio de mildiu en su envés (Saravia et al, 2014). .....  | 27 |
| Figura 2. A.- Esporas B.- Oosporas C.- Micelio dicotómico de <i>Peronospora Variabilis</i> (Saravia et al, 2014).....  | 27 |
| Figura 3. Hoja de quinua con daños de mancha foliar (Saravia et al, 2014).....   | 28 |
| Figura 4. Tallo de quinua con daño de pobredumbre marrón del tallo (Saravia et al, 2014).....  | 29 |
| Figura 5. Tallo de quinua con daño de mancha ojival (Saravia et al, 2014) .....  | 30 |
| Figura 6. Hoja de quinua con daño de ojo de gallo (Saravia et al, 2014) .....  | 31 |
| Figura 7. Hoja de quinua con daño de moho verde (Saravia et al, 2014) .....  | 33 |
| Figura 8. Conidias de <i>Cladosporium sp.</i> observadas al microscopio. (Saravia et al, 2014).....  | 33 |
| Figura 9. Plántulas de quinua con daño de marchitez a la emergencia. ....  | 34 |
| Figura 10. Producción Regional de Quinua (2013-2014), (DRA Puno, 2017) .....   | 37 |
| Figura 11. Producción de quinua en la provincia de Chucuito, (DRA Puno, 2017) .....  | 37 |
| Figura 12. Producción de quinua en la provincia de Puno, (DRA Puno, 2017).....   | 38 |
| Figura 13. Producción de quinua en la provincia de Huancané, (DRA Puno, 2017).....   | 39 |
| Figura 14. Mapa de la zona circunlacustre y los 9 sitios evaluados.....  | 42 |
| Figura 15. Muestreo de la parcela, zigzag, (NemaChile 2018).....   | 44 |
| Figura 16. Observación de la sintomatología en una parcela de evaluación, sitio Marca Esqueña.<br>.....  | 46 |
| Figura 17. Planta de quinua dividida en tres partes (3 tercios). ....  | 46 |
| Figura 18. Ambiente y distribución de muestras para la evaluación de la severidad de daño<br>ocasionado por los diversos patógenos. Todo esto realizado en el laboratorio de la Facultad<br>de Ciencias Agrarias – UNA Puno..... | 47 |
| Figura 19. Escala de daño en mildiu .....  | 48 |
| Figura 20. Porta objetos con azul de metileno, con ello podemos observar los microorganismos<br>en el microscopio. ....  | 49 |
| Figura 21. Observación de las estructuras de micelio o picnidias en el laboratorio de<br>Entomología de la FCA- UNA Puno, utilizando un estereoscopio.....   | 50 |
| Figura 22. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes al distrito de Puno<br>(SENAMHI, 2017).....  | 51 |
| Figura 23. Climadiagrama, promedio de 10 años (2005/2006 - 2014/2015) (SENAMHI, 2017).<br>.....  | 52 |
| Figura 24. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes al distrito de Acora<br>(SENAMHI, 2017).....   | 53 |
| Figura 25. Climadiagrama, promedio de 10 años (2004/2006 -2014/2015) correspondientes al<br>distrito de Acora (SENAMHI, 2017). ....  | 54 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 26. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes al distrito de Juli (SENAMHI, 2017).....   | 55 |
| Figura 27. Climadiagrama, promedio de 10 años (2005/2006-2014/2015) correspondientes al distrito de Juli. ....   | 56 |
| Figura 28. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes a la provincia de Huancané (SENAMHI, 2017).....  | 57 |
| Figura 29. Climadiagrama, promedio de 10 años (2005/2006- 2014/2015) correspondientes a la provincia de Huancané (SENAMHI, 2017). ....   | 58 |
| Figura 30. Hoja de quinua con síntomas de mildiu.....  | 59 |
| Figura 31. A.-Haz de la hoja de quinua con presencia de micelio de mildiu (Peronospora variabilis), B.-Envés de la hoja de quinua con presencia de micelio. ....                                     | 59 |
| Figura 32. Hoja de quinua afectada por Moho Verde. A.- Imagen referencial (Saravia et al, 2014) y B.- Imagen observada durante la investigación. ....  | 60 |
| Figura 33. Planta de quinua con síntomas de mancha ojival del tallo; A.- Imagen referencial, (Saravia et al, 2014), B.- Imagen observada durante la investigación. ....                              | 60 |
| Figura 34. Fotografía de una hoja de quinua con picnidias, A. Imagen de referencia, (Saravia et al, 2014) B.- imagen observada en la investigación.....  | 61 |
| Figura 35. Esporas de Peronospora variabilis, causantes del mildiu, observadas al microscopio; A.- Imagen de referencia, (Saravia et al, 2014). B.- imagen observada durante la investigación. ....  | 62 |
| Figura 36. Conidias de moho verde (Cladosporium sp.) observadas al microscopio. . A.-Imagen referencial (Saravia et al,2014). B.- imagen observada durante la investigación. ....                    | 62 |
| Figura 37. Picnidias observadas al estereoscopio, A.- Imagen referencial (Saravia et al, 2014) B.- Imagen observada durante la ejecución de este proyecto.....                                       | 63 |
| Figura 38. Fotografía de una picnidia reventada al microscopio, A.- Imagen referencial (Saravia et al, 2014). B.- Imagen observada durante la investigación ....                                     | 63 |
| Figura 39. Hojas de quinua con la presencia de Ascochyta hyalospora que ocasiona la mancha foliar. A.- Hoja observada en campo, B.- Hoja observada en laboratorio con ayuda de un estereoscopio..... | 64 |
| Figura 40. Mapa de la Región Puno con los sitios de estudio.....   | 88 |
| Figura 41. Mapa de los sitios de estudio ubicado en la zona sur. ....  | 89 |
| Figura 42. Mapa de los sitios de estudio ubicado en la zona centro. ....   | 90 |
| Figura 43. Mapa de los sitios de estudio ubicados en la zona norte.....  | 91 |
| Figura 44. Evaluación de la incidencia de las diferentes enfermedades de este proyecto. ....   | 92 |
| Figura 45. Plantas de quinua en Surupa, con hojas defoliadas a causa del mildiu.....   | 92 |
| Figura 46. Síntomas de la mancha ojival del tallo, en una planta de quinua. Planta observada en Surupa- Santa Rosa de Yanaque). ....   | 93 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 47. Síntomas de la mancha ojival del tallo, en una planta de quinua. Planta observada en Molino (Juli). .....        | 93 |
| Figura 48. Síntomas de la mancha ojival del tallo, en una planta de quinua. Plantas observadas en Muni (Huancané).....      | 94 |
| Figura 49. Encargado del proyecto de investigación, en una de las parcelas evaluadas, ubicada en Marca Esqueña (Acora)..... | 94 |
| Figura 50. Evaluación de la severidad de daño en el laboratorio de fitopatología, FCA, UNAP. ....                           | 95 |
| Figura 51. Evaluación de la incidencia de enfermedades en Moyapampa (Juli). ....  | 95 |
| Figura 52. Hoja de quinua con presencia de moho verde. ....   | 96 |
| Figura 53. Entrevista a un productor en Suancata (Juli). ....   | 96 |
| Figura 54. La encargada del proyecto de investigación y la dueña de una de las parcelas en estudio. Suancata (Juli). ....   | 97 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Principales enfermedades en cultivo de quinua. ....   | 26 |
| Tabla 2: Sitios de estudio .....   | 43 |
| Tabla 3: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales del distrito de Puno. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio.....         | 50 |
| Tabla 4: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales del distrito de Acora. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio. ....       | 53 |
| Tabla 5: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales del distrito de Juli. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio .....        | 55 |
| Tabla 6: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales de la provincia de Huancané. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio ..... | 57 |
| Tabla 7: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia del mildiu .....  | 65 |
| Tabla 8: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del mildiu en la primera evaluación .....   | 65 |
| Tabla 9: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia del mildiu.....   | 66 |
| Tabla 10: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia del mildiu.....  | 66 |
| Tabla 11: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia del moho.....  | 67 |
| Tabla 12: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia del moho. ....   | 67 |
| Tabla 13: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del moho en la segunda evaluación.....   | 68 |
| Tabla 14: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia del moho. ....   | 68 |
| Tabla 15: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia de la mancha ojival ..   | 69 |
| Tabla 16: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha ojival en la primera evaluación.....                                      | 69 |
| Tabla 17: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia de la mancha ojival..  | 70 |
| Tabla 18: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha ojival en la segunda evaluación .....                                     | 70 |
| Tabla 19: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia de la mancha ojival ....   | 70 |
| Tabla 20: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha ojival en la tercera evaluación. ....                                     | 71 |
| Tabla 21: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia de la mancha foliar... ..  | 71 |
| Tabla 22: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha foliar en la primera evaluación.. ..                                      | 72 |
| Tabla 23: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia de la mancha foliar. .   | 72 |
| Tabla 24: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia de la mancha foliar. ...   | 72 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 25: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad del mildiu. ....   | 73  |
| Tabla 26: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad del mildiu en la primera evaluación. ....          | 73  |
| Tabla 27: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad del mildiu. ....   | 74  |
| Tabla 28: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad del mildiu. ....   | 74  |
| Tabla 29: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad del moho. ....   | 75  |
| Tabla 30: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad del moho. ....   | 75  |
| Tabla 31: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad del moho en la segunda evaluación. ....            | 76  |
| Tabla 32: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad del moho. ....   | 76  |
| Tabla 33: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad de la mancha ojival. ....  | 77  |
| Tabla 34: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad de la mancha ojival. ....  | 77  |
| Tabla 35: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha ojival en la segunda evaluación. .... | 78  |
| Tabla 36: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad de la mancha ojival. ....  | 78  |
| Tabla 37: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha ojival en la tercera evaluación. .... | 79  |
| Tabla 38: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad de la mancha foliar. ....  | 79  |
| Tabla 39: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha foliar en la primera evaluación. .... | 80  |
| Tabla 40: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad de la mancha foliar. ....  | 80  |
| Tabla 41: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad de la mancha foliar. ....  | 81  |
| Tabla 42: Ubicación geográfica de los sitios de estudios, con sus respectivas coordenadas. ....   | 98  |
| Tabla 43: Promedios de las 3 evaluaciones de incidencia y severidad por enfermedad y en cada sitio de estudio. ....                         | 101 |
| Tabla 44: Temperatura promedio del distrito de puno. ....   | 107 |
| Tabla 45: Temperatura promedio del distrito de acora. ....  | 108 |
| Tabla 46: Temperatura promedio del distrito de Juli. ....   | 109 |
| Tabla 47: Temperatura promedio de la provincia de Huancané. ....  | 110 |
| Tabla 48: Precipitaciones pluviales promedio del distrito de Puno. ....   | 111 |
| Tabla 49: Precipitaciones pluviales promedio del distrito de Acora. ....  | 112 |
| Tabla 50: Precipitaciones pluviales promedio del distrito de Juli. ....   | 113 |
| Tabla 51: Temperatura promedio de la provincia de Huancané. ....  | 114 |
| Tabla 52: Producción de quinua en los sitios de estudio. (Toneladas). ....  | 115 |
| Tabla 53: Producción de quinua (T) en el departamento de Puno. ....   | 115 |
| Tabla 54: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del mildiu en la segunda evaluación. ....         | 116 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 55: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del mildiu en la tercera evaluación.....                   | 116 |
| Tabla 56: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del moho verde en la primera evaluación. ....              | 116 |
| Tabla 57: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del moho en la tercera evaluación.....                     | 117 |
| Tabla 58: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha foliar en la segunda evaluación.....          | 117 |
| Tabla 59: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha foliar en la tercera evaluación.....          | 117 |
| Tabla 60: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del mildiu en la segunda evaluación.....                    | 118 |
| Tabla 61: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del mildiu en la tercera evaluación.....                    | 118 |
| Tabla 62: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del moho en la primera evaluación. ....                     | 118 |
| Tabla 63: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del moho en la tercera evaluación.....                      | 119 |
| Tabla 64: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha ojival del tallo en la primera evaluación..... | 119 |
| Tabla 65: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha foliar en la segunda evaluación.....           | 119 |
| Tabla 66: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha foliar en la tercera evaluación.....           | 120 |

## RESUMEN

La superficie cultivada de quinua a nivel nacional y en la región Puno, se ha incrementado notablemente durante las últimas dos décadas y con ello los problemas fitosanitarios causados por la presencia de distintos patógenos incluyendo: *Peronospora variabilis*, *Ascochyta hyalospora*, *Phoma exigua* var. *foveata*, *Phoma* sp., *Passalora dubia*, *Cladosporium* sp., *Fusarium* spp. y *Pythium* sp. causantes del mildiu, mancha foliar, pobredumbre marrón del tallo, mancha ojival del tallo, ojo de gallo, moho verde y marchitez a la emergencia, respectivamente. Todas estas enfermedades fungosas de las que se desconoce su porcentaje de incidencia y severidad de afección en el cultivo de quinua, interrogante que se focaliza en el presente trabajo. Las evaluaciones se realizaron en la zona agroecológica circunlacustre, alrededor del lago Titicaca, lugar donde se concentra la mayor superficie cultivada de la región Puno, recibiendo por esto un mayor efecto de termorregulación y humedad en comparación a las otras zonas agroecológicas alejadas. La evaluación consistió en la observación de 10 plantas por parcela, 3 parcelas por cada sitio (3 sitios), ubicados en las tres sub zonas (Chucuito, Puno y Huancané), en cada uno de los 9 sitios se evaluó incidencia de la enfermedad fungosa. Para evaluar la severidad, se tomaron muestras (3 hojas) de cada tercio de la planta, desde la base para su posterior evaluación en el laboratorio. En forma coincidente con la campaña agrícola 2015-2016, periodo en el que se realizaron las evaluaciones, se presentaron alteraciones meteorológicas ocasionadas por el cambio climático con variaciones en la temperatura ( $T^{\circ}$ ) en los distintos sitios de evaluación que se incrementaron en 1 a  $2^{\circ}\text{C}$  sobre la  $T^{\circ}$  promedio de años anteriores, por el contrario las precipitaciones pluviales(pp) presentaron una tendencia creciente con un considerable incremento en sus valores en el mes de febrero, para disminuir abruptamente en los meses siguientes, en comparación con valores registrados de los años anteriores. En las 3 sub zonas evaluadas, los sitios de Suancata (Juli) y Muni (Huancané) tuvieron la mayor incidencia de mildiu con un 95.56%; el sitio de Marca Esqueña (Acora) tuvo incidencia de 65.56% de moho verde, valor superior a las demás zonas evaluadas; la incidencia de la mancha ojival del tallo en el sitio Molino (Juli) fue de un 33.3% y la mancha foliar tuvo mayor incidencia en el sitio de Muni (Huancané) con un 18.9 %. No se encontró pobredumbre marrón del tallo ni marchitez a la emergencia, La severidad de daño de las enfermedades identificadas se expresaron en porcentajes; el mildiu genero la mayor afección de daño durante la primera evaluación, siendo el sitio de Marca Esqueña donde se registra mayor daño (7.79%). El moho verde genero mayor daño en la segunda evaluación con un 1.89% en Molino. La mancha ojival del tallo genero mayor daño en la tercera evaluación, siendo en Molino donde se observó mayor daño (1.27%) y la mancha foliar genero mayor daño en la primera evaluación, presentándose mayor daño en Muni con un 0.66%.

**Palabras clave:** enfermedades fungosas, incidencia, severidad, circunlacustre, quinua, sitio, evaluación, mildiu, moho verde, mancha ojival, mancha foliar.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el hombre ha sido testigo de grandes cambios, como las alteraciones que ha sufrido la tierra debido al cambio climático, estas alteraciones repercutieron en los diferentes sectores productivos y económicos, dentro de ellos está el sector agrícola, que es uno de los afectados. Se observaron variaciones en aspectos climatológicos como temperatura y precipitaciones pluviales, ya sea en el incremento/reducción y presencia/ausencia respectivamente. Estos fenómenos atmosféricos influyen en la producción agrícola, perjudicando en muchos casos el desarrollo del cultivo y el incremento de las diferentes enfermedades que lo afectan.

Este trabajo se enfoca en el cultivo de quinua, que basándonos en los reportes de producción de las diferentes campañas agrícolas en la región Puno, se observó un incremento, reflejando esto el interés del productor Puneño en este cultivo. A nivel mundial, el interés de científicos y especialistas del sector agrario también se ha posado en el cultivo de quinua, que ha logrado adaptarse a las inclemencias climatológicas y desarrollarse, junto a ello también se han observado mayor presencia de plagas y enfermedades que afectan al cultivo en mención. Por estas razones, este trabajo tiene como interés dar a conocer las enfermedades fungosas que afectan el cultivo de quinua, la incidencia y severidad de estos.

Conociendo la influencia actual de los fenómenos climatológicos en la presencia de enfermedades fungosas que afectan el cultivo de quinua, se puede sugerir medidas de acción a los productores y de esta forma ellos puedan lograr una mayor producción agrícola. La información resultante de este trabajo, genera una base de datos de la incidencia y severidad de cada una de las enfermedades fungosas evaluadas, sobre esta información se puede priorizar y enfocar el desarrollo de innovaciones en cuanto al manejo integrado de enfermedades, de tal manera que se logre su control y garantizar la seguridad alimentaria

Este texto se divide en 4 capítulos, que contienen el planteamiento del problema, antecedentes, objetivos, marco teórico, hipótesis de la investigación, áreas (sitios) de estudio, metodología usada, resultados y discusión; en cada apartado se brinda mayor detalle de los diferentes aspectos considerados para lograr plasmar la realidad de los sitios de estudio. La ejecución de este trabajo se realizó en campo y laboratorio, en el primero se observó y evaluó las enfermedades fungosas del cultivo, en el segundo se utilizó equipos más sofisticados para la identificación de enfermedades fungosas.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES, OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

La superficie cultivada y la incidencia de enfermedades en el cultivo de la quinua a nivel nacional y en la región Puno, se han incrementado con el transcurso de los años. La zona agroecológica circunlacustre es el lugar donde existe la mayor superficie cultivada de la Región Puno y está ubicada en las inmediaciones del lago Titicaca y por esto con un mayor efecto de termorregulación y concentración de humedad; en comparación a las otras zonas agroecológicas circundantes, por lo que la incidencia de enfermedades fungosas se presume que será mayor; puesto que este tipo de enfermedades se generan bajo condiciones de alta humedad y causan pérdidas en la producción de quinua, perjudicando así la economía del productor agrícola regional.

En los últimos años, el planeta tierra ha sufrido grandes alteraciones debido al cambio climático generado por las acciones del hombre, este proceso de cambio ha generado variaciones en los diferentes aspectos climatológicos como las precipitaciones pluviales, temperatura, entre otros. Estos fenómenos atmosféricos también influyen en el desarrollo de las diferentes enfermedades que afectan al cultivo de quinua. En años anteriores se realizaron trabajos donde evaluaron la presencia de las enfermedades en quinua, las más resaltantes, sin embargo esas se desarrollaron bajo los parámetros climatológicos anteriores. Actualmente no se tiene un reporte detallado de la presencia de estas enfermedades en la zona agroecológica circunlacustre

Estos cambios que se asume, afectan de manera directa al productor agrícola generando ya sea una mayor incidencia de enfermedades o una reducción en su incidencia, por ello es necesario conocer la intensidad con que afecta en la presencia de enfermedades fungosas, para plantear soluciones que permitan afrontar estos problemas de sanidad en el cultivo de quinua.

Por lo que el presente proyecto de investigación pretende responder las siguientes interrogantes:

- 1.- ¿Qué enfermedades fungosas afectan el cultivo de quinua en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-2016?
- 2.- ¿Cuál es la incidencia de cada enfermedad fungosa que afecta cultivo de quinua en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-2016?
- 3.- ¿Cuál es la severidad de daño con que cada enfermedad fungosa afecta el cultivo de quinua en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, la campaña agrícola 2015-2016?

## 1.2. Antecedentes

La Región Puno, donde la agricultura y ganadería, son las actividades principales de sobrevivencia y desarrollo de sus pobladores, posee diversas zonas agroecológicas (Circunlacustre, Suni-Altiplano A, Suni Altiplano B, Puna seca, Puna semi húmeda Cordillera o Janka). De estas, la zona agroecológica circunlacustre, es donde se practica en mayor grado la agricultura y la quinua constituye el cultivo de interés primordial para el productor agrícola, habiéndose logrado en la región Puno una producción de 38 220 toneladas en la campaña agrícola 2014-2015 (DRA Puno, 2017). En campañas agrícolas previas se ha reportado la presencia de enfermedades en el cultivo de quinua, sin embargo no se ha hecho un estudio detallado de las enfermedades que afectan a este cultivo.

En la última década las variaciones climáticas han traído serios retos para la agricultura, demostrando que muchos agricultores no tienen la capacidad de manejar efectivamente el riesgo y de adaptarse a fluctuaciones climáticas. Los científicos proyectan aumentos en la variabilidad climática, temperaturas más altas y una precipitación errática (Astorga, 2013). Del mismo modo este generará varios cambios, uno de ellos es el cambio en la prevalencia de enfermedades (Lau *et al*, 2011), enfermedades que fueron reportadas unas tres décadas atrás aproximadamente y al haberse incrementado la superficie cultivada de quinua, estas han cobrado mayor importancia. (Tapia *et al*, 1979)

En el caso de las enfermedades, el presente estudio se enfatiza en las enfermedades fungosas que son de importancia económica para este cultivo, dentro de este grupo de enfermedades se consideran seis; siendo una de ellas el “mildiu”, que es una enfermedad que afecta a la quinua y se presenta en todas las co-ndiciones climáticas desde zonas secas hasta zonas húmedas y desde lugares con temperaturas frías hasta zonas cálidas. No obstante que la enfermedad del mildiu puede causar pérdidas en quinua superiores al 50%, esto se observó en un estudio realizado en los Altiplanos Centro y Norte de Bolivia, donde se determinó la perdida ocasionada (Aroni, 2005).

Según Saravia *et al* (2014), el cultivo de quinua también sufre la incidencia de la mancha foliar, que según reportes existe la presencia de este hongo tanto en el norte como en el sur de américa, por lo que el Perú podría tener la presencia de este patógeno. La “podredumbre marrón del tallo”, es otra enfermedad que incide en el cultivo de quinua, sin embargo su incidencia en el país es frecuente en comparación con otros países y a su vez esta enfermedad fue reportada por primera vez en el año 1974 y por los síntomas que genera lo denominaron con el nombre que actualmente se conoce. El “ojo de gallo”, es otra enfermedad fungosa, que no se presenta con frecuencia en el Perú, sin embargo bajo condiciones del altiplano peruano se ha presentado en algunas variedades, lo que podría significar que algunas variedades son susceptibles a esta enfermedad. Otra

enfermedad que suele presentarse en el cultivo de estudio es la “mancha ojival del tallo”, que fue reportada en Perú en el año 1974, caracterizándose por presentarse cuando el ciclo del cultivo está terminando, su presencia es más frecuente en condiciones del altiplano y los valles interandinos de Perú. El “moho verde”, enfermedad fungosa que es predominante en condiciones del altiplano y valles interandinos, aunque no existe reportes que aseguren que esta enfermedad ocasione perdidas económicas, junto a ello el productor agrícola tampoco realiza ningún manejo para el control de esta enfermedad. Finalmente, “la marchitez a la emergencia”, es una enfermedad que afecta en pre y post emergencia, genera una emergencia irregular, pero por desconocimiento del productor agrícola, no se le da la importancia necesaria, el resultado de esta enfermedad son plantas con poco desarrollo y bajo rendimiento.

### **1.3. Objetivos De La Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar la prospección de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-2016.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Reconocer e identificar las enfermedades fungosas que afectan el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-2016.
- b) Evaluar la incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-2016.
- c) Evaluar la severidad de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-2016.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

### 2.1. Marco Teórico

#### 2.1.1. Origen de la quinua.

La quinua es posiblemente una planta originaria de la región andina, puesto que esta última constituye uno de los ocho centros de domesticación de plantas cultivadas de la Tierra. El origen de esta especie *Chenopodium quínoa* Willd aún es complejo porque están involucradas muchas posibilidades. La historia de la quinua tiene pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, no obstante que sobre la quinua no se conocen muchos ritos religiosos. Las evidencias arqueológicas del norte de Chileno señalan que la quinua fue utilizada hace 3000 años antes de Cristo, sin embargo hallazgos en la zona de Ayacucho indican como inicio de la domesticación de este cultivo hace 5000 años antes de Cristo, (Mujica y Chura, 2012).

#### 2.1.2. Taxonomía:

Según FAO (2011) y Hassler (2018) la quinua pertenece al género *Chenopodium*, que es el principal dentro de la sub familia *Chenopodioideae* y tiene una amplia distribución mundial con aproximadamente 250 especies.

|                 |   |                                  |
|-----------------|---|----------------------------------|
| Reino           | : | Plantae                          |
| División        | : | Tracheophyta                     |
| Clase           | : | Magnoliopsida                    |
| Orden           | : | Caryophyllales                   |
| Familia         | : | Amaranthaceae                    |
| Sub-familia     | : | Chenopodioideae                  |
| Tribu           | : | Chenopodieae                     |
| Género          | : | <i>Chenopodium</i>               |
| Especie         | : | <i>C. quinoa</i>                 |
| Nombre binomial | : | <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. |

### 2.1.3. Descripción botánica:

La quinua es una planta anual cuyo periodo vegetativo varia de 150 a 240 días, tiene un fotoperiodo indiferente, de fácil adaptación a diferentes condiciones ambientales; requiere precipitaciones pluviales de 200 a 800 mm anuales y prefiere suelos franco arenosos ricos en nitrógeno, se adapta muy bien en suelos con un Ph de 6.5 a 8.5, siendo en general la familia Amaranthaceae adaptable a suelos alcalinos, posee raíz pivotante, tallo cilíndrico con mayor grosor en la base su coloración es variable desde rojo hasta verde y el fruto es un aquenio seco e indehiscente (Mujica y Chura, 2012.).

La especie *Chenopodium quinoa* Willd. Es una planta herbácea, anual de desarrollo erecto, que en el altiplano sur puede alcanzar 1.80 m de altura, ramificada desde la base. Con diferentes coloraciones del tallo y hojas de acuerdo a las variedades (Cardozo *et al*, 1997).

#### 2.1.3.1. Raíz

La quinua posee raíz superficial muy ramificada fácilmente extirpable, puede alcanzar en su desarrollo de 20 a 30 cm de profundidad con una ramificación exuberante que ayuda para una buena absorción del agua, de allí que pueda desarrollar en ambientes relativamente secos (Mujica y Chura, 2012). También se indica que la raíz guarda relación directa con la altura de la planta, es decir, a mayor altura (1.70 m) corresponde raíz más profunda (1.50 m) y plantas de altura de 0.90 m desarrollan raíces de 0.80 m (Tapia, 1997).

#### 2.1.3.2. Tallo

El tallo principal puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas. Es más frecuente el hábito ramificado en las razas cultivadas en los valles interandinos del sur del Perú y Bolivia, en cambio el hábito de ramificación simple se observa en pocas razas cultivadas en el Altiplano y en una buena parte de las razas del Centro y Norte del Perú y Ecuador (Mujica y Chura, 2012)

Según Tapia y Fries (2008), el tallo pasa por una serie de cambios conforme la planta madura, empezando a tener una forma cilíndrica con un interior blando, al inicio de sus fases fenológicas y a la culminación de estas terminan con siendo esponjosa y el interior vacío.

El tallo es variable según los ecotipos y condiciones medio ambientales. Es decir que las quinuas del valle que se cultivan en los países como Colombia, Ecuador, Centro y Norte del Perú, en algunas variedades alcanzan fácilmente los 3.5 m a diferencia de las quinuas que se desarrollan

en el Altiplano Peruano Boliviano, donde la mayoría no pasan de 2m. Particularmente cuando las condiciones son poco favorables (Ponce, 1978).

#### **2.1.3.3. Hoja**

La hoja está formada por pecíolo y la lámina. Los pecíolos son largos, finos, acanalados en su lado superior y de un largo variable dentro de la misma planta. La lámina es polimorfa en la misma planta, siendo las láminas de las hojas inferiores de forma romboidal o triangular y de las hojas superiores lanceoladas o triangulares. El número de dientes de la hoja es uno de los caracteres más constantes y varía según la raza de 3 a 20 dientes, donde las hojas más aserradas se encuentran entre el centro-norte del Perú y el Ecuador, y las de menor número de dientes en el sur de Perú y Bolivia, pudiendo incluso carecer de ellos (Gandarillas, 1979).

Contienen además gránulos en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla. Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea a la hoja y, consecuentemente, disminuye la transpiración (Mujica y Chura, 2012).

#### **2.1.3.4. Inflorescencia**

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por la disposición de las flores y al tener un eje principal más desarrollado. Algunas veces está claramente diferenciada del resto de la planta, siendo terminal y sin ramificaciones, pero en otras no existe una diferenciación clara debido a que el eje principal tiene ramificaciones que le dan una forma cónica muy singular. Puede ser laxa o compacta, esto dependiendo de la longitud de los ejes secundarios y de los pedicelos.

Según la agrupación de las flores a lo largo del eje principal o de los ejes secundarios se determina la forma de la inflorescencia, como amarantiforme o glomerulada, siendo esta última la ancestral. Por ello, se ha establecido que la inflorescencia amarantiforme se originó por una mutación. En lo que respecta a la longitud de las panojas, esta es variable, se pueden agrupar en pequeñas de 15 cm. Y medianas y grandes de hasta 70 cm., siendo muy características las que tienen la panoja diferenciada del tallo (Gandarillas, 1979).

#### **2.1.3.5. Flores**

La quinua presenta una flor incompleta, carente de pétalos. Las flores en el glomérulo pueden ser hermafroditas o pistiladas, y el porcentaje de cada una de ellas depende de la variedad. Normalmente se observa un porcentaje similar de ambos, pero también extremos con predominancia de hermafroditas o pistiladas, o macho estériles. Las hermafroditas en el glomérulo además de ser apicales, sobresalen de las pistiladas que se encuentran en la parte

inferior. Se puede afirmar que, en general, se presenta un 10 por ciento de polinización cruzada (Gandarillas, 1979).

#### **2.1.3.6. Fruto**

El fruto es un aquenio indehiscente que contiene un grano que puede alcanzar hasta 2,66 mm de diámetro de acuerdo a la variedad, el perigonio cubre a la semilla y se desprende con facilidad al frotarlo. El epispermo que envuelve al grano está compuesto por cuatro capas: la externa determina el color de la semilla, es de superficie rugosa, quebradiza, se desprende fácilmente con agua, y contiene a la saponina (Mujica y Chura, 2012).

#### **2.1.4. Fenología y fases fenológicas de la quinua**

Según la literatura consultada, la quinua atraviesa por trece fases fenológicas importantes y claramente distinguibles, habiendo sido determinado y descrito como sigue:

##### **2.1.4.1. Emergencia**

Es cuando los cotiledones aun unidos, emergen del suelo a manera de “una cabeza de fósforo” y es distinguible solo cuando uno se pone al nivel del suelo, en esta etapa la plántula es muy susceptible de ser consumida por las aves por su succulencia y exposición de la semilla encima del talluelo, ello ocurre de los 7-10 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

##### **2.1.4.2. Dos hojas verdaderas**

Es cuando, fuera de las dos hojas cotiledonales, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15-20 días de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular, en esta fase puede ocurrir el ataque de los gusanos cortadores, *Copitarsia*, *Feltia* “Ticuchis”, de plantas tiernas; Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

##### **2.1.4.3. Cuatro hojas verdaderas**

Es cuando ya se observa dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25-30 días después de la siembra, en esta fase ya la planta tiene buena resistencia a la sequía y al frío, porque ha extendido fuertemente sus raíces y muestra movimientos drásticos nocturnos cuando hace frío, dada la presencia de hojas tiernas, se inicia el ataque de

insectos masticadores de hojas ( *Epitrix* y *Diabrotica*)” Pulguilla saltona y Loritos” sobre todo cuando hay escasez de lluvias, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### **2.1.4.4. Seis hojas verdaderas**

Se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tornándose de color amarillento las hojas cotiledonales y algo flácidas, se notan ya las hojas axilares, desde el estado de formación de botones hasta el inicio de apertura de botones del ápice a la base de la plántula, esta fase ocurre de los 35-45 días de la siembra, en la cual se nota con mayor claridad la protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando se presentan bajas temperaturas, sequía y sobre todo al anochecer; durante el día en presencia de viento la plántula flamea, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### **2.1.4.5. Ramificación**

Se nota ocho hojas verdaderas extendidas y extensión de las hojas axilares hasta la tercera fila de hojas en el tallo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices claramente notorias en el tallo.

También se observa la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra. En esta fase se efectúa el aporque para las quinuas de valle, así mismo es la etapa de mayor resistencia al frío y se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos; debido a la gran cantidad de hojas es la etapa en la que mayormente se consume las hojas como verdura, hasta esta fase el crecimiento de la planta pareciera lento, para luego alargarse rápidamente, la planta ya se nota bien establecida y entre plantas se observa cierto acercamiento, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### **2.1.4.6. Inicio de panojamiento**

La inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, 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 ocurre el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que dejaron de ser fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta fase ocurre el ataque de la primera generación de *Eurisacca quinoae* Povolmy “Kcona-Kcona”. En esta fase, ocurre también la parte más sensible a las heladas no es el ápice, sino por debajo de este y en caso de severas bajas de temperatura que afectan a la planta, se produce el colgado del ápice Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012)..

#### **2.1.4.7. Panojamiento**

La inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas. Esta etapa ocurre de los 65 a 70 días de la siembra; a partir de esta etapa se puede consumir las panojas tiernas como verdura, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### **2.1.4.8. Inicio de floración**

Es cuando las flores hermafroditas apicales de los glomérulos conformantes de la inflorescencia se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillento, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas, también ocurre amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### **2.1.4.9. Floración**

Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal ( cuando existan inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días de la siembra, en esta fase la planta es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta  $-2^{\circ}\text{C}$ , debe observarse esta etapa al medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas, por ser heliófilas, así mismo la planta elimina en mayor cantidad las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente y existe abundancia de polen en los estambres que tienen una coloración amarilla, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### **2.1.4.10. Grano lechoso**

Fase cuando los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### **2.1.4.11. Grano pastoso**

Es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *Eurissacca quinoae* Povolny “Kcona-Kcona” causa daños considerables, así mismo el déficit de humedad afecta fuertemente a la producción, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### 2.1.4.12. Madurez fisiológica

Es la fase en la que la planta completa su madurez, y se reconoce cuando los granos al ser presionados por las uñas presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días de la siembra, en esta etapa el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16 %; el lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica, viene a constituir el período de llenado de grano, Mujica y Canahua (2001), Mujica y Chura (2012).

#### 2.1.4.13. Madurez de cosecha

Es cuando los granos sobresalen del perigonio, dando una apariencia de estar casi suelto y listo para desprenderse, la humedad de la planta es tal que facilita la trilla, Mujica y Chura (2012).

#### 2.1.5. Enfermedades

Generalmente, los patógenos que causan enfermedades en plantas se tipifican de acuerdo a sus características del proceso de infección; necrotróficos, biotróficos y hemitróficos, parásitos debilitadores y marchitadores vasculares, Zanabria y Banegas, (1997) proveen un listado de enfermedades (Tabla 1) que afectan a la quinua y se refiere a continuación:

**Tabla 1: Principales enfermedades en cultivo de quinua.**

| Agente Causal<br>(nombre científico) | Enfermedad<br>(nombre común) |
|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>Peronospora variabilis</i> Fr.    | Mildiu                       |
| <i>Ascochita hyalospora</i>          | Mancha foliar                |
| <i>Cercospora sp</i>                 | Cercosporiosis               |
| <i>Phoma exigua</i> F.               | Podredumbre marrón           |
| <i>Pseudomona sp</i>                 | Mancha bacteriana            |

Fuente: Zanabria y Banegas, 1997

##### 2.1.5.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*).

El mildiu ataca a las hojas, ramas, tallos e inflorescencias; se presenta durante cualquier estado fenológico del cultivo. Los daños son mayores en plantas jóvenes, por otro lado provoca la defoliación y afecta el normal desarrollo y fructificación de la quinua (Mujica y Chura, 2012). Es la enfermedad foliar más común de la quinua, se disemina en el campo por medio de esporangios, conservándose de una campaña agrícola a la siguiente por sus oosporas que invernan en el rastrojo que queda después de la cosecha. (Delgado, 2007),



**Figura 1. Hoja de quinua con micelio de mildiu en su envés (Saravia et al, 2014).**

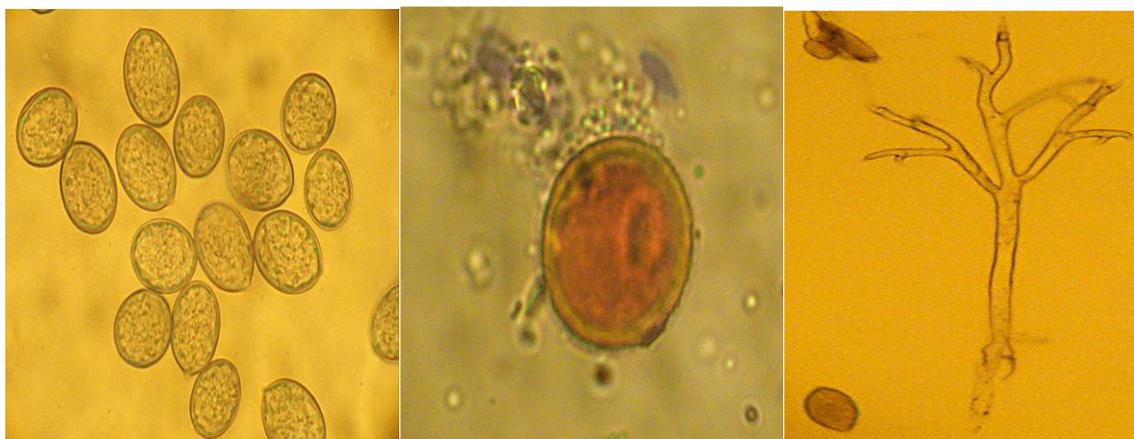
### Sintomatología

Según Tapia *et al* (1979) y Saravia *et al* (2014), la sintomatología que presentan las plantas afectadas por mildiu son las siguientes:

- Manchas cloróticas pequeñas de forma irregular, con pigmentación amarilla, rosada, rojiza, anaranjada o parda, dependiendo del color de la variedad de la planta, ecotipo y/o variedad de quinua presente en el campo evaluado.
- Presencia de esporulación en el envés de la hoja, generalmente, en algunos casos también se presenta en el haz de la hoja, el micelio es de color grisáceo.
- Defoliación y caída de hojas de la planta.

### Descripción del patógeno

Según Saravia *et al* (2014), *Peronospora variabilis* es un parasito biotrófico, que posee dos tipos de reproducción, asexual y sexual. En la fase asexual presenta esporas de forma ovoide, con micelio dicotómico e hifas cenocíticas.



**Figura 2. A.- Esporas B.- Oosporas C.- Micelio dicotómico de Peronospora Variabilis (Saravia et al, 2014)**

### 2.1.5.2. Mancha foliar (*Ascochyta hyalospora*)

La mancha foliar es causada por el hongo *Ascochyta hyalospora* (Cooke y Ell) fue caracterizada en forma preliminar por Vilca (1972). No se conoce exactamente la distribución geográfica de esta enfermedad y aparentemente no representa mayor importancia económica (Saravia *et al*, 2014). Los síntomas de esta enfermedad son manchas necróticas en las hojas, más o menos circulares, con el centro de color crema y los bordes algo marrones. Éstas, son de un tamaño aproximado de 5 a 10 mm de diámetro. Sus ataques fuertes pueden provocar defoliación en las plantas (Alandia *et al*, 1979).



Figura 3. Hoja de quinua con daños de mancha foliar (Saravia *et al*, 2014)

#### Sintomatología

Según Gomez y Aguilar (2016), la sintomatología que presenta la mancha foliar es la siguiente:

- Presencia de manchas necróticas de forma circular o irregular, con bordes ligeramente marrones y centro de color crema, presenta picnidias en el interior, cuando la severidad de ataque es elevada, produce intensa defoliación de hojas.

#### Descripción del patógeno

Según Saravia *et al* (2014), *Ascochyta hyalospora* se desarrolla en la hoja a través de picnidias de color marrón oscuro, con un diámetro variable entre 180 a 270 u. Dentro de las picnidias se encuentran las picnidiosporas que pueden ser cilíndricas u ovoides, generalmente biocelulares, raras veces presentan hasta 4 septos. En medio de cultivo, el hongo produce colonias de color verde oscuro con bordes blancos irregulares.

### 2.1.5.3. Pobredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua* var. *Foveata*)

Esta enfermedad es de mucha importancia en Perú, fue reportada por primera vez en Puno, Perú el año 1974 ( Tapia, *et al* 1979) debido a los síntomas observados en el tallo se la denominó “ Podredumbre Marrón del Tallo”, el agente causal fue clasificado como *Phoma exigua* var. *Foveata*. Otros autores la refieren como “Punta Negra” (León 2003). Es un patógeno de suelo que se presenta en áreas con alta humedad relativa y bajas temperaturas que corresponden a las zonas agroecológicas de Valles Interandinos y el altiplano (Saravia *et al*, 2014).

En el tallo se observa lesiones de color marrón oscuro y bordes de aspecto cristalino, finalmente el tallo y panoja suelen quebrarse en las partes afectadas (Mujica y Chura, 2012).



**Figura 4. Tallo de quinua con daño de pobredumbre marrón del tallo (Saravia et al, 2014)**

#### Sintomatología

Según Tapia *et al* (1979) y Saravia *et al* (2014), la sintomatología que presentan las plantas afectadas por pobredumbre marrón del tallo son las siguientes:

- Manchas pequeñas ubicadas en el tercio superior del tallo, se observan lesiones de color marrón oscuro y bordes de aspecto vítreo. En el interior de las lesiones se pueden observar picnidios y un aspecto chupado en el tallo.

#### Descripción del patógeno

Según Saravia *et al* (2014), *Phoma exigua* var. *Foveata* es un hongo que presenta picnidias de consistencia pseudo parenquimatosa de forma globosa y color marrón oscuro. Las Conidias que están en el interior son hialinas, unicelulares en su mayoría y de forma elipsoidal. Este patógeno también afecta al cultivo de la papa, generando en esta gangrena de la papa.

#### 2.1.5.4. Mancha ojival del tallo (*Phoma* sp.)

Esta enfermedad también es llamada mancha oval del tallo y es ocasionada por el hongo *phoma* sp. Según Tapia, *et al* (1979), fue reportada en 1974 en el Perú, es una enfermedad de fin de ciclo, se presenta cuando el tallo esta lignificado, dependiendo de la severidad de la enfermedad puede llegar a la panoja. Cuando las condiciones de humedad son continuas la mancha ojival afecta los tallos y las hojas, causando manchas foliares y defoliación intensa. Es más frecuente en zonas agroecológicas de altiplano y de valles interandinos.

Causan lesiones concéntricas ovaladas de tejido seco del tallo, en cuyo centro se encuentran unos puntos como cabecillas de alfiler. Produce la muerte del tejido del tallo, ataca con mayor intensidad al tallo principal y en menor grado a las ramas. La planta enferma presenta tallos y ramas con lesiones de color blanquecino a gris en el centro y con bordes de color marrón rodeados de un halo de apariencia vítreo muriendo las plantas atacadas después de un tiempo (Alandia *et al*, 1979).



Figura 5. Tallo de quinua con daño de mancha ojival (Saravia *et al*, 2014)

#### Sintomatología

Según Tapia *et al* (1979), Saravia *et al* (2014) y Gomez y Aguilar (2016), la sintomatología que presentan las plantas afectadas por mancha ojival del tallo son las siguientes:

- Presencia de lesiones ojivales de color gris claro, con bordes marrones y picnidias del hongo en el interior, el tamaño de las lesiones puede variar entre 2 a 3 cm. Cuando el ataque es severo se pueden observar varias manchas en el tallo y estas pueden llegarse a unir y así abarcar toda la circunferencia del tallo.

### Descripción del patógeno

Según Saravia *et al* (2014), *Phoma* sp. es un hongo que produce picnidias de consistencia pseudoesclererenquimatosa, las Conidias son particularmente pequeñas, mide entre 3.33 x1.52u en promedio. En el interior de las picnidias están albergadas las picnidiosporas, estas se caracterizan por ser hialinas, con dos a tres septos. Aun no se ha completado su taxonomía específica.

#### 2.1.5.5. Ojo de gallo (*Passalora dubia*)

Se atribuía esta enfermedad al patógeno denominado *Cercospora* sp., sin embargo actualmente este patógeno fue reclasificado y denominado como *Passalora dubia* (Riess) U. Braun (sinónimo de *Cercospora Dubia*) su presencia fue reportada en parcelas de quinua en el Ecuador, donde se la conoce como Mancha circular de Ojo de Gallo, por la forma de la mancha (Saravia *et al*, 2014).

En la zona agroecológica del altiplano suele presentarse en algunas variedades, asumiéndose diferencias varietales atribuibles a la resistencia. En los Salares bolivianos la enfermedad se presenta rara vez. Los síntomas de esta enfermedad se presentan en las hojas inferiores a manera de pequeñas lesiones de color marrón claro, aumentando de tamaño a medida que crece la infección, esta puede llegar a medir casi un cm (Saravia *et al*, 2014).



Figura 6. Hoja de quinua con daño de ojo de gallo (Saravia *et al*, 2014)

### Sintomatología

Según Saravia *et al* (2014), la sintomatología que presentan las plantas afectadas por ojo de gallo son las siguientes:

- Lesiones de pequeño tamaño de color marrón claro, aumentando de tamaño conforme crece la infección, siendo su máximo 1 cm.
- La enfermedad se hace más evidente en periodos secos o de prolongada sequía. La severidad de daño se incrementa cuando esta próxima a la madurez.

### Descripción del patógeno

Según Saravia *et al* (2014), *Passalora dubia* es un hongo que posee conidias hialinas de tamaño variable, entre 25 a 98 um de largo y de 5 a 10um de ancho, con un promedio de 6 septosparasito biotrófico, que posee dos tipos de reproducción, asexual y sexual. En la fase asexual presenta esporas de forma ovoide, con micelio dicotómico e hifas cenocíticas.

#### 2.1.5.6. Moho verde (*Cladosporium* sp.)

En los años muy lluvioso después de la aparición de síntomas del mildiu de la quinua se puede presentar un hongo que acelera la caída de las hojas, se lo reconoce porque presenta una esporulación verdosa que se denomina moho verde, cuyo agente causal es *Cladosporium* sp.

Esta enfermedad es predominante en las zonas agroecológicas de valles interandinos y altiplano, es probable que con los cambios climáticos se acentúe el problema o se presente ocasionalmente en zonas secas debido a la concentración de periodos de lluvia. No se tiene reportes de que ocasione pérdidas económicas. Los productores no realizan ningún manejo (Saravia *et al*, 2014).

### Sintomatología

Según Cruces y Callohuari (2016), la sintomatología que presenta la planta afectada por moho verde, es la siguiente:

- Inicialmente la planta es afectada en las hojas basales como pequeñas manchas de color verde, a manera de esporulación sobre el haz de la hoja.
- Se desarrolla sobre partes de la planta que presentan daños causados por *Peronospora variabilis* o daños causados por insectos.



**Figura 7.**Hoja de quinua con daño de moho verde (Saravia et al, 2014)

#### **Descripción del patógeno**

Según Saravia *et al* (2014), *Cladosporium* es un hongo cosmopolita, algunas especies patógenas son saprófitos, que posee un micelio filamentososo con conidióforos con cadenas ramificadas de conidios cilíndricos. El hongo produce abundante cantidad de Conidias que permanecen en el rastrojo todo el año. El color del micelio es pardo oliva, según Aristegui (2002), citado por Saravia *et al*, (2014). Cuando se aísla y cultiva el patógeno en un medio de cultivo, la colonia toma una coloración verde oliva a negro.



**Figura 8.**Conidias de *Cladosporium* sp. observadas al microscopio. (Saravia et al, 2014)

### 2.1.5.7. Marchitez a la emergencia (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp.; *Pythium* sp.)

Según Saravia *et al* (2014), la enfermedad de marchitez a la emergencia o pudrición del tallo de la plántula (comúnmente llamado mal de almacigueras) es una enfermedad que afecta en pre y post emergencia, puede ser importante en muchas zonas donde se cultiva quinua, aunque por desconocimiento está siendo subestimada por los productores. Con frecuencia, se presentan parcelas de quinua con fallas o con una emergencia pobre o irregular, si se observa con detenimiento, existe pudrición de las semillas y a nivel de cuello, lo que da lugar a plantas con poco desarrollo y bajo rendimiento.

Esta enfermedad es causada por patógenos de suelo, que pueden constituirse de un importante factor restrictivo del cultivo en parcelas con suelos pesados y húmedos, en años con alta precipitación, en sistemas de producción donde se incluyen hortalizas o en suelos con alto contenido de materia orgánica. La marchitez o muerte de las plántulas se atribuye principalmente a varios patógenos: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. y a *Pythium* sp. (Saravia *et al*, 2014).



**Figura 9. Plántulas de quinua con daño de marchitez a la emergencia.**

#### Sintomatología

Según Saravia *et al* (2014), la sintomatología que presentan las plantas afectadas por marchitez a la emergencia son las siguientes:

- Estrangulamiento en el tallo de las plántulas a nivel de suelo, generalmente se presenta en la fase cotiledonal. Las plantas que lograron sobrevivir crecen débiles y con un sistema radicular de desarrollo pobre.

## Descripción del patógeno

Según Saravia *et al* (2014), la enfermedad (marchitez a la emergencia) es ocasionada por el complejo de hongos: *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*, el segundo es un hongo polífago capaz de acumular propágulos infectivos en el suelo. Afecta principalmente al sistema radicular de la planta y en ausencia de hospedero puede continuar su desarrollo porque es un saprofito facultativo. El tercero es similar a *Rhizoctonia*, puede sobrevivir de una campaña a otra a través de oosporas, El primero (*Fusarium*) es un patógeno vascular que destruye los vasos conductores de nutrientes o agua dentro de la planta, habita en el suelo. Sus estructuras de supervivencia son las clamidosporas

### 2.1.6. Incidencia y severidad en enfermedades

#### 2.1.6.1. Incidencia

La FAO (1989), menciona que la determinación del grado de incidencia de una enfermedad probablemente es el factor de mayor importancia en cualquier programa de evaluación de pérdidas, justamente es el proceso que genera la información que permitirá cuantificar el proceso de la enfermedad.

Se denomina incidencia a la cantidad de individuos o partes contables que han de ser evaluadas (plantas, frutos, hojas, etc.). Afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado y es expresado en %. Esta medida se utiliza para medir el patrón de distribución en campo donde la planta está afectada. Se utiliza principalmente para enfermedades causadas por hongos de suelo y enfermedades sistémicas (Carmona y Sautua, 2015).

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Nº de hojas afectadas por enfermedad}}{\text{Nº de hojas totales}}$$

#### 2.1.6.2. Severidad

Wallen y Jackson (1975), definen, severidad, como la relación porcentual de la superficie de tejido enfermo sobre la superficie total. Es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección en una determinada parte de la planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo. Se hace referencia al % del área muerta/ necrosada o enferma de una hoja, fruto, espiga, etc. La severidad es el parámetro que está mejor relacionado con la gravedad de la enfermedad y con los daños causados.

La Severidad es más apropiada para Roya, Oídio y Manchas porque son enfermedades localizadas, cuyo efecto en la disminución del rendimiento dependerá del área foliar afectada. (Carmona y Sautua, 2015)

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Área foliar afectada por la enfermedad}}{\text{Área foliar total}}$$

### 2.1.7. Zona agro ecológica circunlacustre

Es una extensión aledaña al Lago Titicaca, con altitudes que oscilan entre los 3,812 m.s.n.m, hasta los 3,900 m.s.n.m. La precipitación pluvial total promedio anual oscila entre 650 y 750 mm. y la temperatura promedio anual entre 1°C a 15°C. Con un período libre de heladas de 150 a 180 días. En esta zona agro ecológica, existen zonas homogéneas de producción donde prosperan cultivos de pan llevar (papa dulce, quinua, haba, arveja, tarwi, cereales, hortalizas, oca, olluco, izaño, trigo, gramíneas forrajeras y pastos cultivados) y crianzas con predominancia de vacunos, ovinos y animales menores. La humedad relativa en la zona circunlacustre se estima en porcentaje y fuera de la zona de influencia del lago también (Pulgar, 1987).

### 2.1.8. Producción de quinua en los sitios de estudio

En la figura 10 se puede observar la producción de quinua en cada una de las provincias del departamento de Puno, en la campaña agrícola 2013-2014, siendo las barras de color celeste las que representan a las provincias ubicadas alrededor de la olla circunlacustre, las barras correspondientes a las provincias de Puno, Chucuito y Huancané representan expresan la producción en los sitios de estudio del presente trabajo de investigación.

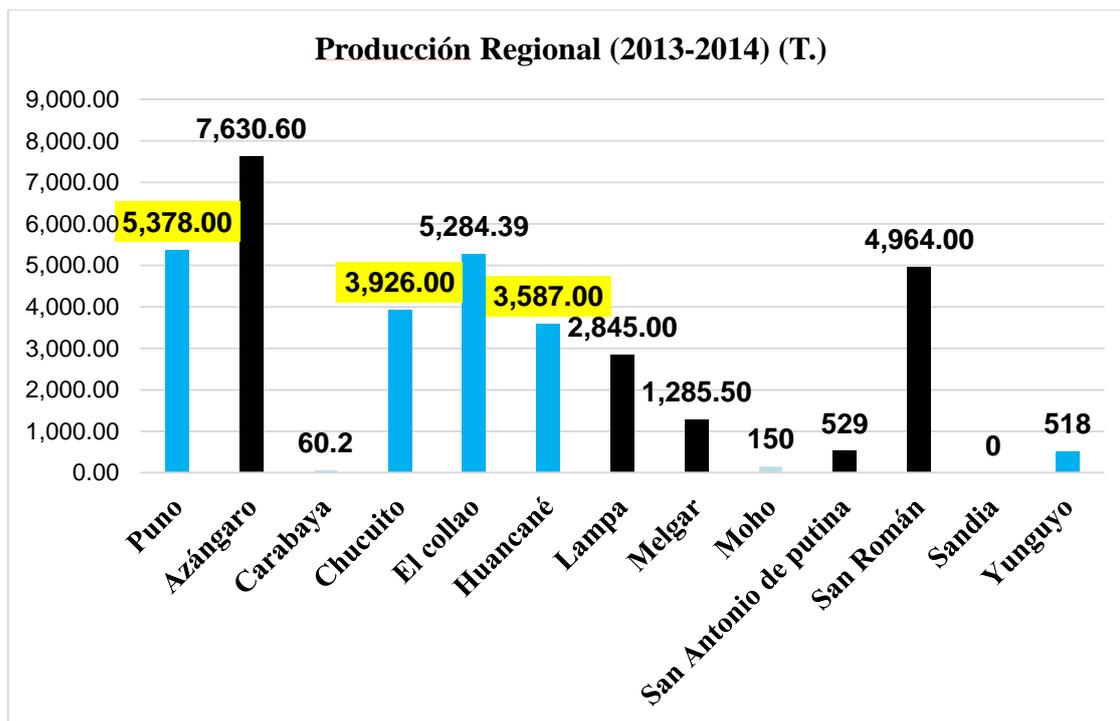


Figura 10. Producción Regional de Quinua (2013-2014), (DRA Puno, 2017)

En las figura 11 se observan la producción de quinua de 11 campañas agrícolas, desde el 2005-06 hasta el 2015-16, de la provincia de Chucuito, Las barras de color azul representan a las 10 campañas agrícolas anteriores al año de ejecución del trabajo de investigación y las barras de color anaranjado, representan la producción de quinua en la campaña agrícola en la que se ejecutó el trabajo. De la figura podemos denotar que en la campaña 2015-2016 hubo un descenso en la producción de quinua.

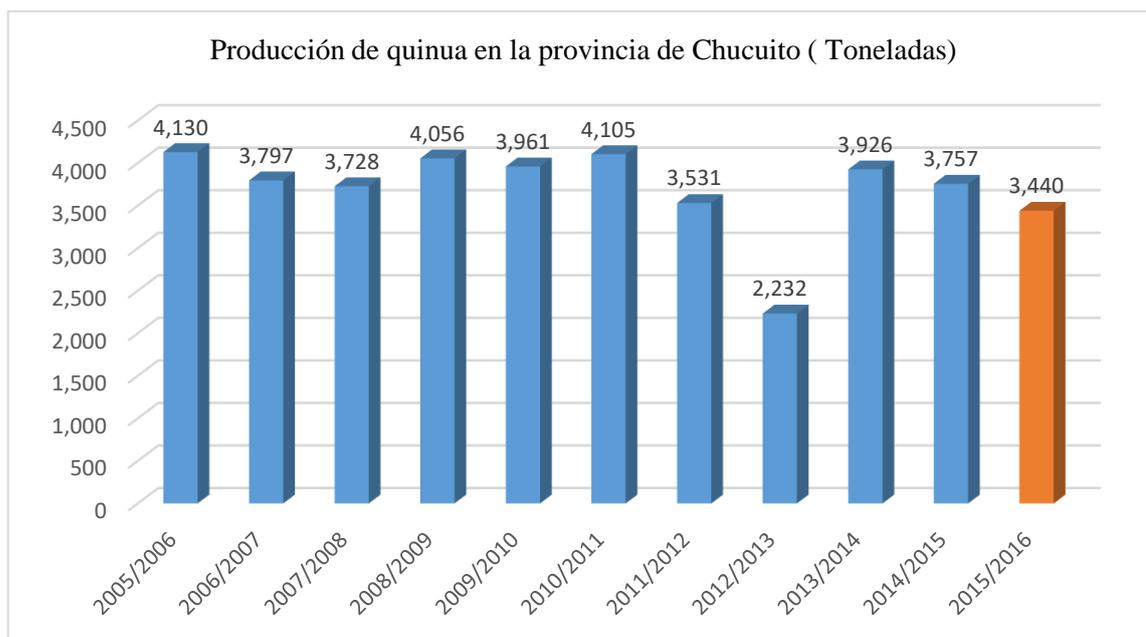
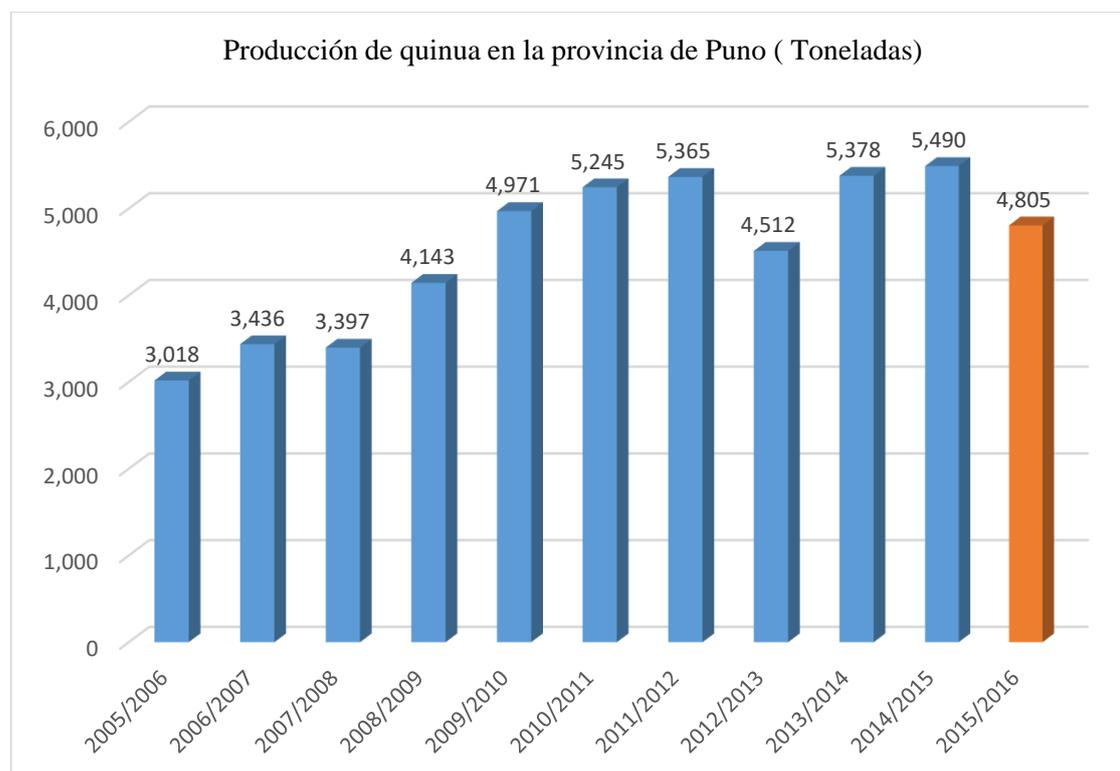


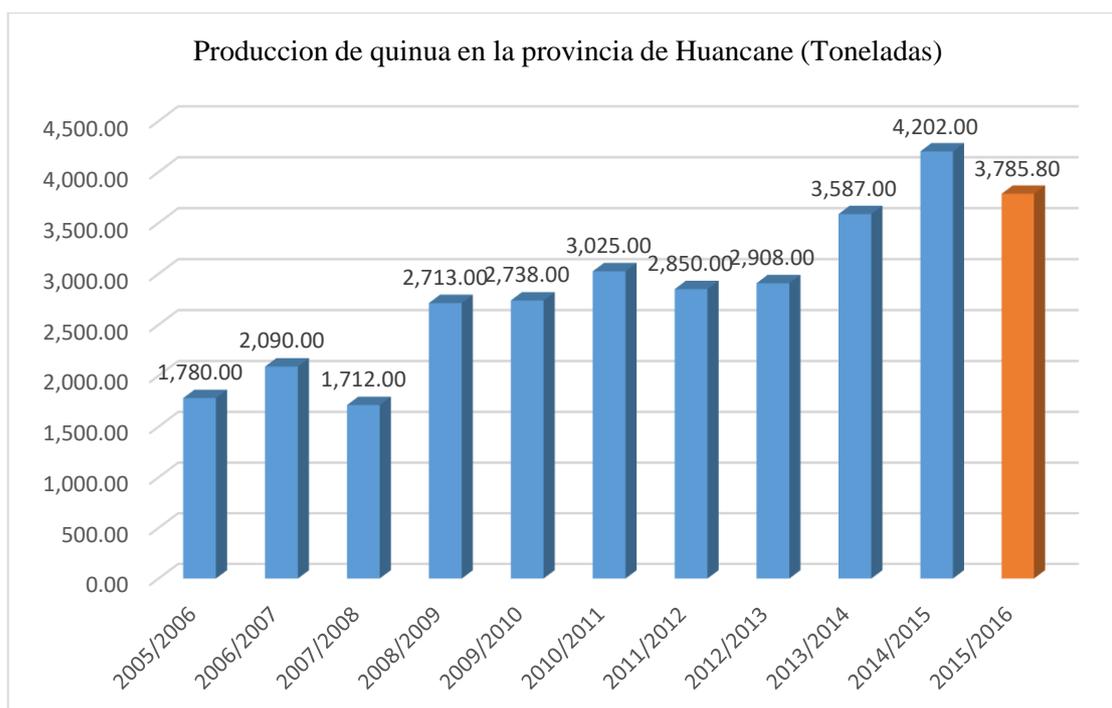
Figura 11. Producción de quinua en la provincia de Chucuito, (DRA Puno, 2017)

En las figura 12 se observan la producción de quinua de 11 campañas agrícolas, desde el 2005-06 hasta el 2015-16, de la provincia de Puno, Las barras de color azul representan a las 10 campañas agrícolas anteriores al año de ejecución del trabajo de investigación y las barras de color anaranjado, representan la producción de quinua en la campaña agrícola en la que se ejecutó el trabajo. De la figura podemos denotar que en la campaña 2015-2016 hubo un descenso en la producción de quinua



**Figura 12. Producción de quinua en la provincia de Puno, (DRA Puno, 2017).**

En las figura 13 se observan la producción de quinua de 11 campañas agrícolas, desde el 2005-06 hasta el 2015-16, de la provincia de Huancané, Las barras de color azul representan a las 10 campañas agrícolas anteriores al año de ejecución del trabajo de investigación y las barras de color anaranjado, representan la producción de quinua en la campaña agrícola en la que se ejecutó el trabajo. De la figura podemos denotar que en la campaña 2015-2016 hubo un descenso en la producción de quinua



**Figura 13. Producción de quinua en la provincia de Huancané, (DRA Puno, 2017).**

### 2.1.9. Clima

Es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región o una localidad concreta, es determinado por factores como latitud, longitud, altitud, orografía y continentalidad.

El clima está conformado por seis elementos, de los cuales tres son geodinámicos (temperatura, presión, viento) y tres acuosos (precipitación, humedad, nubosidad), de todos estos elementos son dos los que influyen en la incidencia de enfermedades y su severidad, estos dos elementos son la temperatura y la humedad (Rodríguez *et al*, 2004).

#### 2.1.9.1. La temperatura

Es una de las variables más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. Está relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia, cuanto mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura. Es muy habitual hablar de temperaturas máximas y mínimas, que son los valores más altos y más bajos registrados en un periodo de tiempo (Rodríguez *et al*, 2004).

#### 2.1.9.2. La presión atmosférica

El aire que se encuentre en la atmosfera, pesa y por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada presión atmosférica, cuya unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal (1 Pascal = 1N/m<sup>2</sup>).

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera, la cantidad de aire por encima de nosotros será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí (Rodríguez *et al*, 2004).

### **2.1.9.3. El viento**

Es el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura entre dos puntos (Rodríguez *et al*, 2004).

### **2.1.9.4. La radiación solar**

La energía transferida por el Sol a la Tierra es lo que se conoce como energía radiante o radiación. La radiación viaja a través del espacio en forma de ondas que llevan asociada una determinada cantidad de energía. Según la naturaleza energética estas ondas se clasifican como conformantes del espectro electromagnético. Las ondas más energéticas son las correspondientes al rango del ultravioleta, seguidas por la luz visible, infrarroja y así hasta las menos energéticas que corresponden a las ondas de radio (Rodríguez *et al*, 2004).

### **2.1.9.5. La humedad del aire**

Es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, la proximidad al mar o la presencia de plantas, etc. Existen diversas maneras de referir contenido de humedad en la atmósfera, entre ellos se refieren: la Humedad absoluta, que es masa de vapor de agua, en gramos, contenida en 1m<sup>3</sup> de aire seco; la Humedad específica, que es masa de vapor de agua, en gramos, contenida en 1 kg de aire; la Razón de mezcla, que es masa de vapor de agua, en gramos, que hay en 1 kg de aire seco.

Sin embargo, la medida de humedad que más se utiliza es la denominada humedad relativa, que se expresa en valores porcentuales (%) (Rodríguez *et al*, 2004).

### **2.1.9.6. La precipitación**

Es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno se clasifica según sea líquida o sólida, y se tiene lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pedrisco, ventisca pero no neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad, o monto pluviométrico (Rodríguez *et al*, 2004).

## 2.2. Hipótesis de la investigación

### 2.2.1. Hipótesis general

Existen enfermedades fungosas identificables en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-16.

### 2.2.2. Hipótesis específica

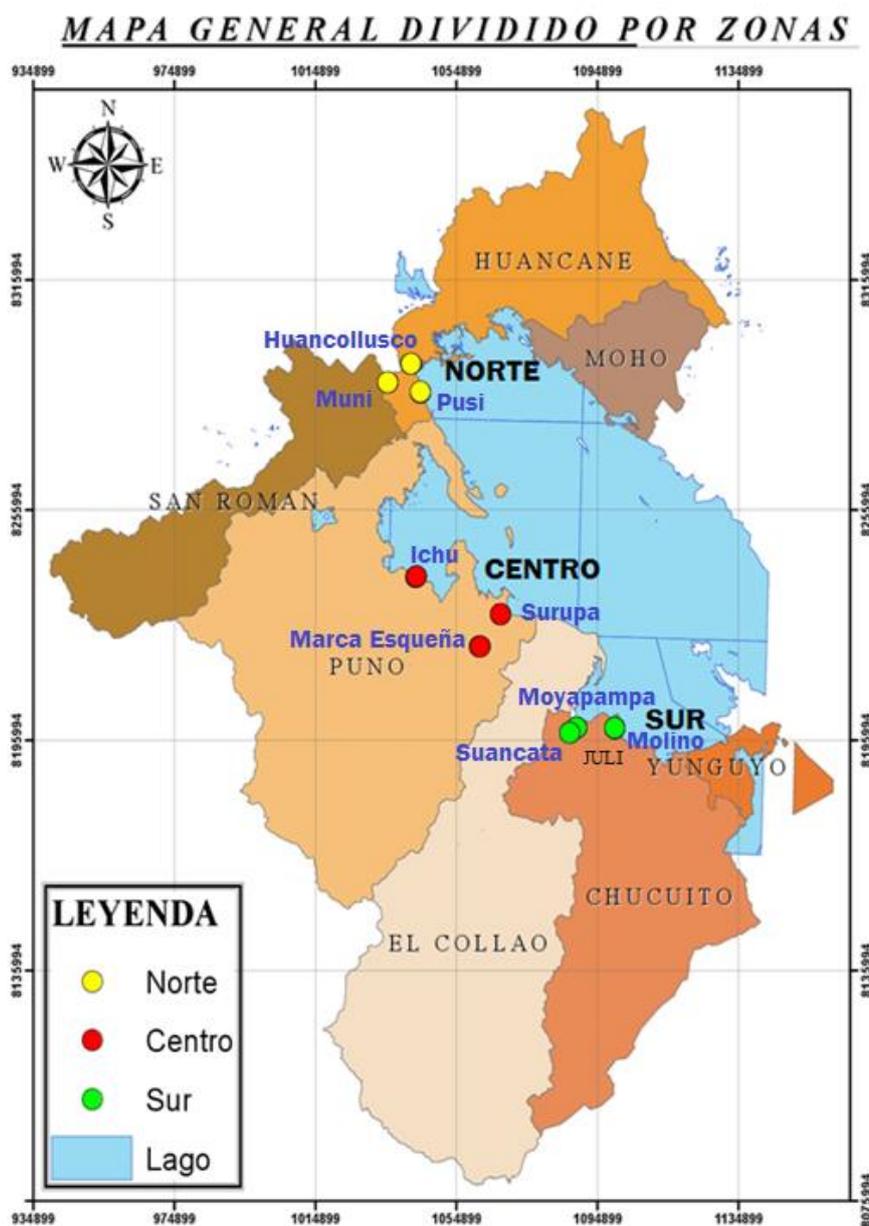
- a. Existe la presencia de patógenos fungosos descritos que afectan el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), bajo condiciones del altiplano.
- b. Existe incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la (campaña agrícola 2015-16.
- c. Existe variación en la severidad de daños por enfermedades fungosas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-16.

**CAPITULO III: AREA DE ESTUDIO Y METODOS**

**3.1. Ubicación y caracterización del área de prospección**

El presente trabajo se condujo en las inmediaciones del altiplano sur peruano próximos al lago Titicaca que está ubicada alrededor de 3810 msnm situado a 16° de latitud sur.

El área de estudio comprende tres sitios de muestreo (norte, centro y sur) Huancané, Puno y Chucuito (Juli), respectivamente, que se ubicaron en base a su producción de quinua y su proximidad con la ribera del lago, como se observa en el figura 1.



**Figura 14. Mapa de la zona circunlacustre y los 9 sitios evaluados**

En la figura 14, los puntos de colores amarillo, rojo y verde indican los sitios de estudio, donde se realizaron las evaluaciones. En el tabla 2 se mencionan los lugares específicos de estudio, las provincias y la zona a la que corresponden.

### 3.2. Ubicación política/geográfica de los sitios de estudio

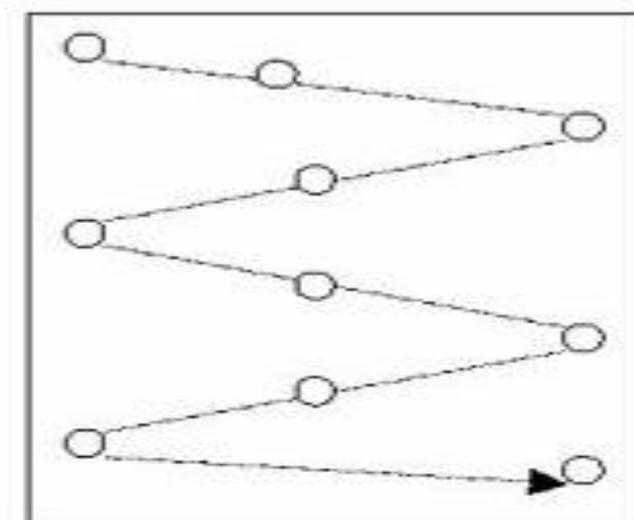
**Tabla 2: Sitios de estudio**

| Zona   | Provincia | Distrito | Comunidad                      |
|--------|-----------|----------|--------------------------------|
| Norte  | Huancané  | Pusi     | Muni                           |
|        |           | Pusi     | Pusi                           |
|        |           | Taraco   | Huancollusco                   |
| Centro | Puno      | Puno     | Ichu                           |
|        |           | Acora    | Santa Rosa de Yanaque (Surupa) |
|        |           | Acora    | Marca Esqueña                  |
| Sur    | Chucuito  | Juli     | Moyapampa                      |
|        |           | Juli     | Suancata                       |
|        |           | Juli     | Molino                         |

Como se observa en el tabla 2, en cada provincia se ubicó tres sub zonas o sitios de estudio, los primeros sitios de estudio (Molino, Ichu y Pusi) cata una pertenecientes a las tres zonas estuvieron ubicados a riberas del lago Titicaca, los segundos sitios de estudio (Moyapampa, Santa Rosa de Yanaque y Huancollusco) estuvieron ubicados un tanto más alejados del lago y las terceras zonas de estudio (Suancata, Marca Esqueña y Muni) fueron los puntos más alejados del lago. En cada sitio de estudio se escogieron tres parcelas para ser evaluadas.

En forma previa al inicio de la evaluación de las parcelas, se establecieron conversaciones con los productores agrícolas/ propietarios de los campos cultivados de quinua y aparte de obtener la autorización para proceder con las evaluaciones, brindaron información (aproximada) como: fecha de siembra, ecotipo de quinua, entre otros.

Dentro de cada sitio de muestreo, se escogieron en forma aleatoria 10 plantas para la evaluación; como se muestra en la figura 15, el recorrido para el muestreo dentro de la parcela se hizo en zigzag, de cada planta se evaluó la incidencia de las enfermedades en el campo, paralelo a ello se colectaron muestras para la evaluación de severidad de daño e identificación del agente causal en el laboratorio.



**Figura 15. Muestreo de la parcela, zigzag, (NemaChile 2018).**

### **3.3. Evaluación en campo**

#### **3.3.1. Identificación de la enfermedad**

De todas las plantas evaluadas, estas se dividieron visualmente en tres partes (tercio inferior, medio y superior) comenzando desde la parte basal, como se recrea en la figura 13, esta división se realiza para observar a detalle la sintomatología que la planta presenta y de esta forma identificar la enfermedad, la identificación en campo se logró realizar puesto que ya existen antecedentes de estudio de las diversas enfermedades que afectan a la planta de quinua, donde muestran el desarrollo de las enfermedades, las referencias se tomaron de Saravia *et al* (2014), Gomez y Aguilar (2016), Cruces y Callohuari (2016), quienes describieron con anterioridad las enfermedades reportadas en este trabajo.

#### **3.3.2. Observación de la sintomatología de las enfermedades**

La sintomatología de cada una de las enfermedades evaluadas en este proyecto, se encuentran descritas en el marco teórico, acompañada de referencias fotográficas que ilustren mejor la enfermedad.

##### **3.3.2.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*).**

Según Saravia *et al* (2014), la sintomatología que presentan las plantas afectadas por mildiu se ven reflejadas en el daño generado sobre las hojas, es por ello que se observó a detalle las características que mostraban las hojas de quinua.

### 3.3.2.2. **Moho verde** (*Cladosporium* sp.)

Según Cruces y Callohuari (2016), la sintomatología que presenta la planta afectada se ve reflejada en las hojas de quinua, generalmente inicia en las hojas basales, desarrollándose sobre tejido muerto. Bajo estas descripciones es que focalizamos las evaluaciones/observaciones en las hojas de quinua.

### 3.3.2.3. **Mancha ojival del tallo** (*Phoma* sp.)

Según Gomez y Aguilar (2016), la sintomatología de daño de esta enfermedad se refleja en el tallo de la planta de quinua, focalizando la evaluación en este área de la planta.

### 3.3.2.4. **Mancha foliar** (*Ascochyta hyalospora*)

Según Gomez y Aguilar (2016) esta enfermedad se expresa a través de manchas necróticas sobre las hojas de quinua, generando esto la evaluación y observación de la sintomatología en las hojas.

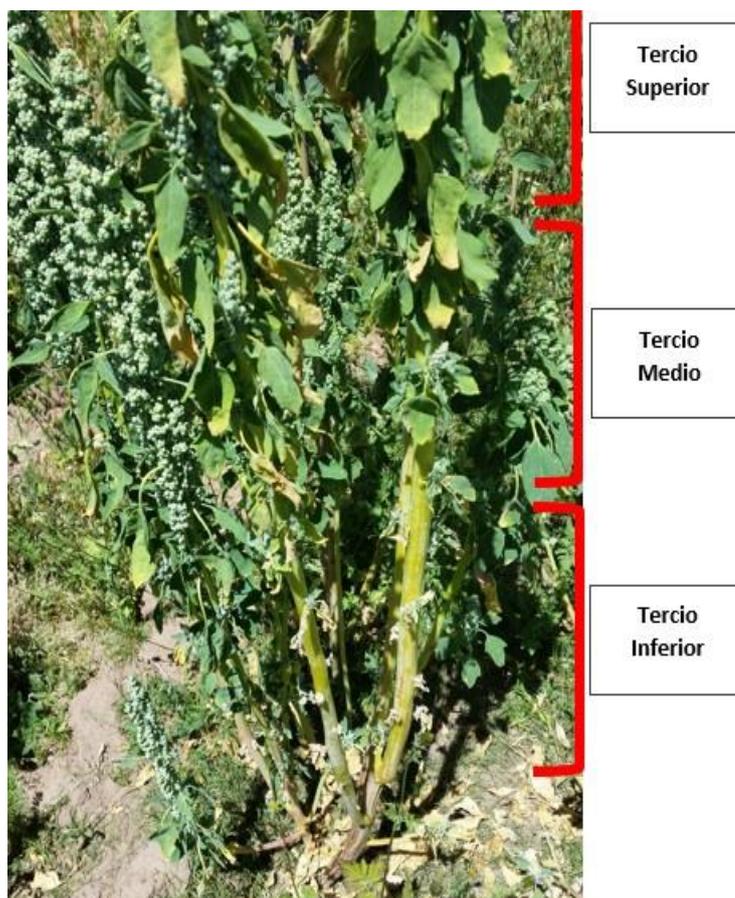
### 3.3.3. **Evaluación de la incidencia**

La incidencia de la enfermedad se obtuvo evaluando 10 plantas de cada parcela en estudio, las cuales se recorrieron en forma de “z” (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Para evaluar la presencia de la enfermedad se pasó a observar la planta, como se observa en la figura 16, para no obviar ningún detalle se dividió la planta en tres parte visuales, como se recrea en la figura 17.

De acuerdo a Laborda (2008), la incidencia de las distintas enfermedades se determina en base a la presencia o ausencia de la enfermedad, para ello se observó la sintomatología descrita anteriormente, todo ello con ayuda de una lupa, de modo que permitió una mejor distinción de las características de la afección en cada caso.



**Figura 16. Observación de la sintomatología en una parcela de evaluación, sitio Marca Esqueña.**



**Figura 17. Planta de quinua dividida en tres partes (3 tercios).**

### 3.4. Recolección de muestras para la evaluación de la severidad

Luego de la evaluación de la incidencia de enfermedades en campo se colectaron muestras de las plantas evaluadas, para el caso de enfermedades foliares, se colectó según las características previamente descritas, para el caso de enfermedades que se desarrollan en el tallo, se tomó fotografías para evaluación de severidad, mientras que para la identificación del patógeno se tomó algunas muestras, de modo que no se afectó a las parcelas ni se generaba molestias ni disconformidad en el productor agrícola cooperante y/o dueño de la parcela.

La colección de muestras de hojas se procedió como sigue, toma de 9 hojas por planta, de estas 3 pertenecían al tercio superior, 3 al tercio medio y las otras 3 al tercio inferior. Todas estas luego del etiquetado correspondiente fueron transportadas al laboratorio de fitopatología de la UNA – Puno, para su posterior evaluación. En la figura 18 se puede observar las hojas colectadas y organizadas en base a los sitios de estudio.



**Figura 18. Ambiente y distribución de muestras para la evaluación de la severidad de daño ocasionado por los diversos patógenos. Todo esto realizado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNA Puno**

### 3.5. Recolección de muestras para la identificación del agente causal

Las muestras para la identificación del agente causal se colectaron de las plantas que mostraban síntomas y signos visibles de enfermedades en los diferentes órganos de la planta, siendo estos el tallo y la hoja, se colectó en diferentes estadios fenológicos del cultivo de quinua donde se confirmaba si era el patógeno del cual se sospechaba en primera instancia. Las muestras

colectadas se colocaron en bolsas de polietileno, con su respectiva codificación para su posterior identificación y descripción en el laboratorio.

### 3.6. Evaluación en laboratorio

#### 3.6.1. Evaluación de severidad

##### 3.6.1.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*)

Para evaluar la severidad de esta enfermedad fungosa se utilizó la escala de evaluación para mildiu (*Peronospora variabilis*) de Danielsen y Ames, (2000).

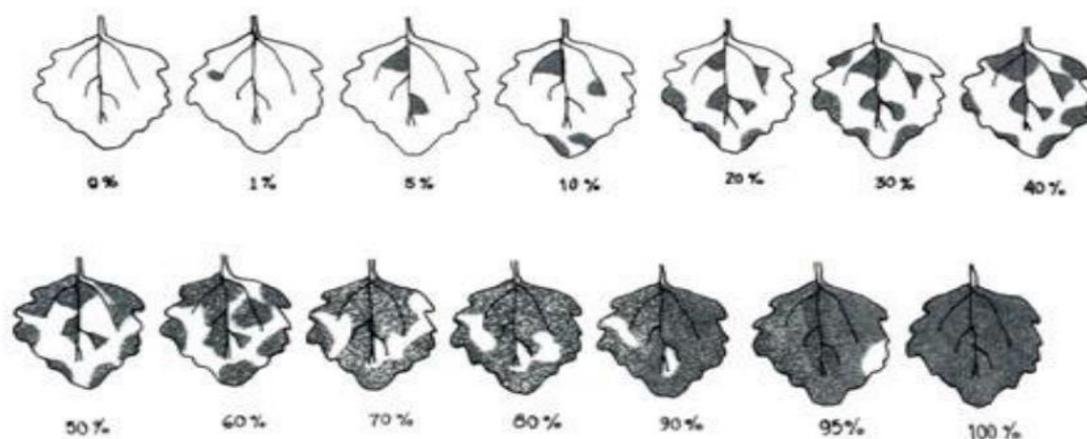


Figura 19. Escala de daño en mildiu

##### 3.6.1.2. Moho verde (*Cladosporium* sp), mancha foliar (*Ascochita hyalospora*), y mancha ojival del tallo (*Phoma* sp.)

Según Zapana y Escobar (2015) la agudeza visual humana no es lineal sobre el rango completo de severidades, de modo que existen errores individuales en la estimación de la severidad. Por ello sugieren una escala que ayuda a determinar un porcentaje (%) de severidad más exacto.

|   |                |
|---|----------------|
| 0 | Sin enfermedad |
| 1 | >0 a 5%        |
| 2 | >5 a 10%       |
| 3 | >10 a 25%      |
| 4 | >25 a 50%      |
| 5 | >50%           |

Para el caso de moho verde, mancha foliar y mancha ojival del tallo se usó la misma escala, ya que durante la evaluación en campo se observó que su porcentaje de daño no superaba el 50%

### 3.6.2. Identificación del agente causal

De acuerdo con Cañedo y Ames (2004), para los patógenos tales *Peronospora variabilis* y *Cladosporium sp.* que ocasionan mildiu y moho verde, respectivamente y desarrollaban micelio en la superficie de la hoja se empleó la técnica de la cinta adhesiva, la cual consistió en aplicar una porción de cinta adhesiva transparente sobre la superficie de la colonia y pegar esta sobre una gota de azul de metileno que a su vez esta sobre el portaobjetos, la razón por la que se usa azul de metileno es que favorece la observación a través del microscopio, que en este caso fue de la marca Accu-scope con una resolución de 100x/1.25, y así poder observar sus características y/o estructuras morfológicas del hongo.



**Figura 20. Porta objetos con azul de metileno, con ello podemos observar los microorganismos en el microscopio.**

En el caso de mancha ojival del tallo y mancha foliar, las estructuras de conservación denominadas picnidias, se tenían que romper (Saravia *et al*, 2014), para ello se colocaba la muestra en el porta objetos, luego se aplastaba con el bisturí hasta reventar la picnidia, sobre ello se colocaba una gota de agua, para facilitar la diferenciación a través del microscopio, con la misma marca y resolución mencionada en el párrafo anterior, y pueda observarse el patógeno.



**Figura 21. Observación de las estructuras de micelio o picnidias en el laboratorio de Entomología de la FCA- UNA Puno, utilizando un estereoscopio.**

### 3.7. Información meteorológica.

Los datos Hidrometeorológicos fueron obtenidos del SENAMHI Puno, la información recabada corresponde a la estación más cercana a los sitios de estudio, se cuenta con información correspondiente a la campaña agrícola en la que se ejecutó el proyecto de investigación y para hacer contraste y poder realizar una comparación y observar los cambios, se tiene información correspondiente a los 10 años anteriores a la campaña agrícola (2015-2016) en la que se trabajó. Los datos con los que se trabajó son temperatura expresada en grados Celsius y precipitaciones pluviales expresadas en milímetros (mm).

**Tabla 3: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales del distrito de Puno. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio**

| MES       | PROMEDIO DE 10 AÑOS<br>PREVIOS A LA INVEST. |             | DATOS DEL PERIODO DE<br>INVESTIGACIÓN |            |
|-----------|---|-------------|---------------------------------------|------------|
|           | T °C (10 años)                              | PP(10 años) | T °C "15-16"                          | PP "15-16" |
| JULIO     | 7.30  | 1.41        | 7.55                                  | 1.8        |
| AGOSTO    | 8.27  | 4.93        | 8.4                                   | 4          |
| SETIEMBRE | 9.62  | 25.01       | 10.15                                 | 54.5       |
| OCTUBRE   | 10.82                                       | 43.45       | 10.8                                  | 41.5       |
| NOVIEMBRE | 11.54                                       | 51.56       | 12.1                                  | 23.2       |
| DICIEMBRE | 11.24                                       | 114.66      | 11.85                                 | 59.4       |
| ENERO     | 11.02                                       | 149.31      | 12.3                                  | 79.7       |
| FEBRERO   | 11.01                                       | 155.12      | 11.75                                 | 202.6      |
| MARZO     | 10.75                                       | 136.98      | 11.95                                 | 9.8        |
| ABRIL     | 9.94  | 47.35       | 10.55                                 | 57.5       |
| MAYO      | 8.32  | 6.23        | 9.5                                   | 0.5        |
| JUNIO     | 7.74  | 1.41        | 8.25                                  | 2          |

Fuente: SENAMHI (2017)

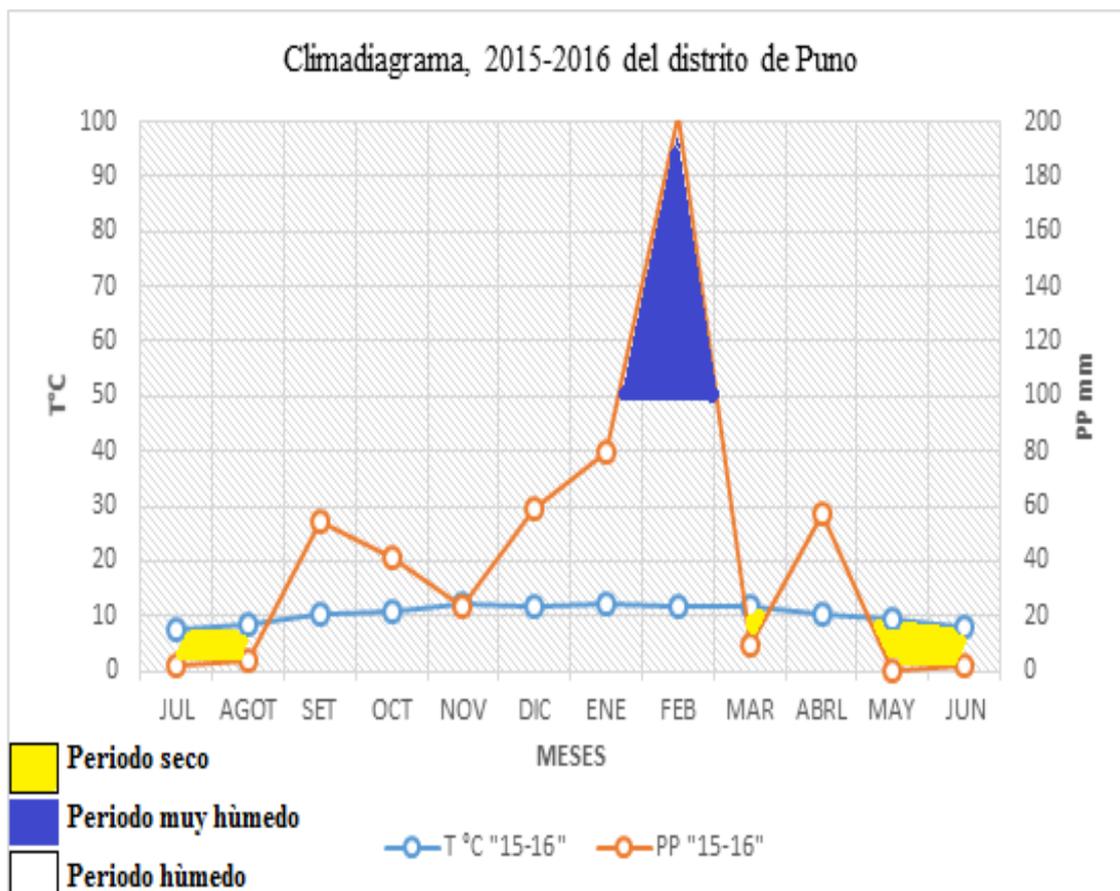
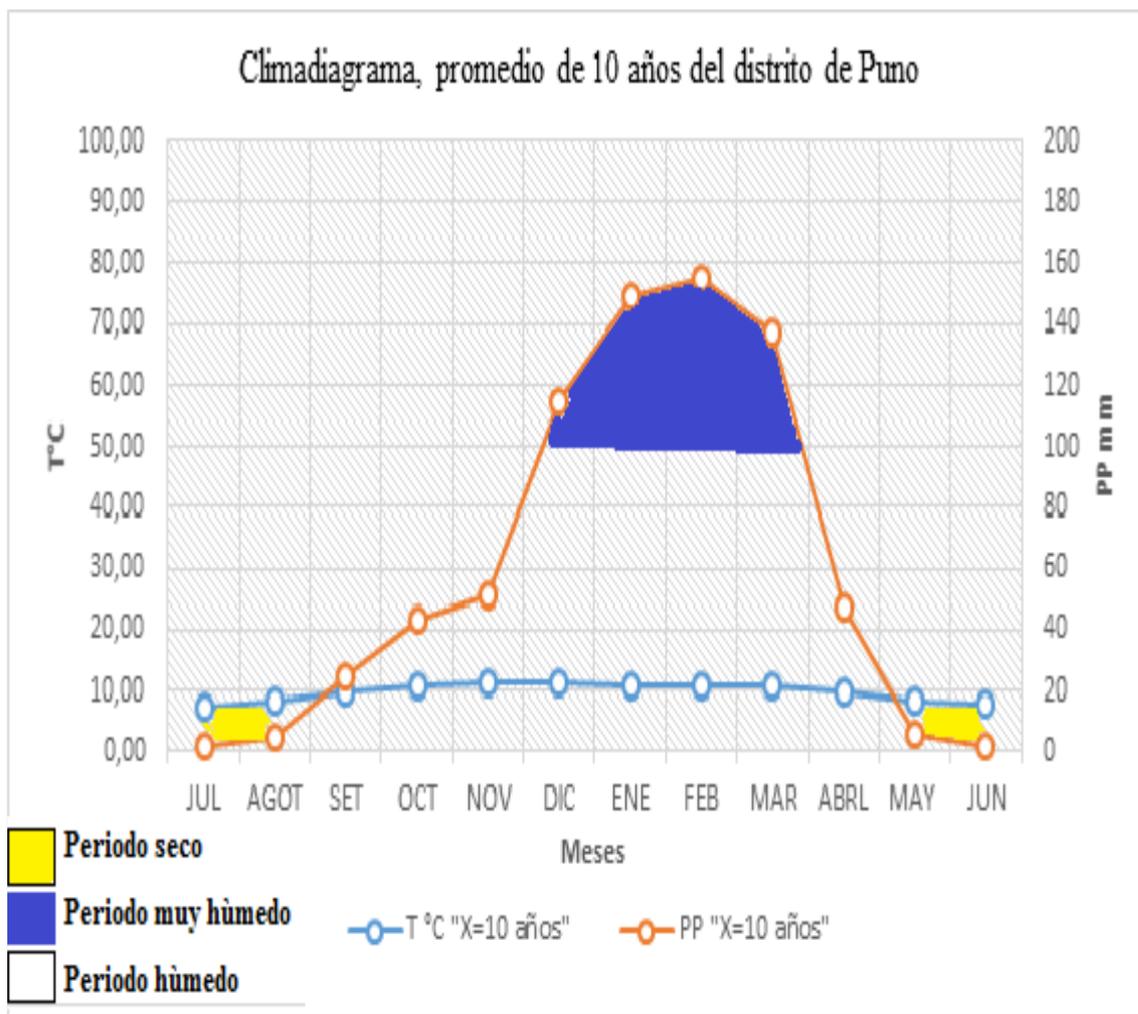


Figura 22. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes al distrito de Puno (SENAMHI, 2017).

En los datos climatológicos de 1a campaña agrícola 2015-2016 que corresponden al distrito de Puno, tal y como se observa en la figura 22, se denota que la precipitación en la campaña se incrementa considerablemente en el mes de Febrero y sufre un descenso abrupto en el mes de Marzo, estas anomalías comparadas con la normal (base de datos de 10 años) nos indica que estos cambios posiblemente se deban al calentamiento global. Adicional a ello, la temperatura desde el mes de Noviembre hasta Marzo, se mantienen elevados frente a los diferentes meses, favoreciendo de este modo el desarrollo de cualquier patógeno, puesto que las precipitaciones generaran un ambiente relativamente húmedo.



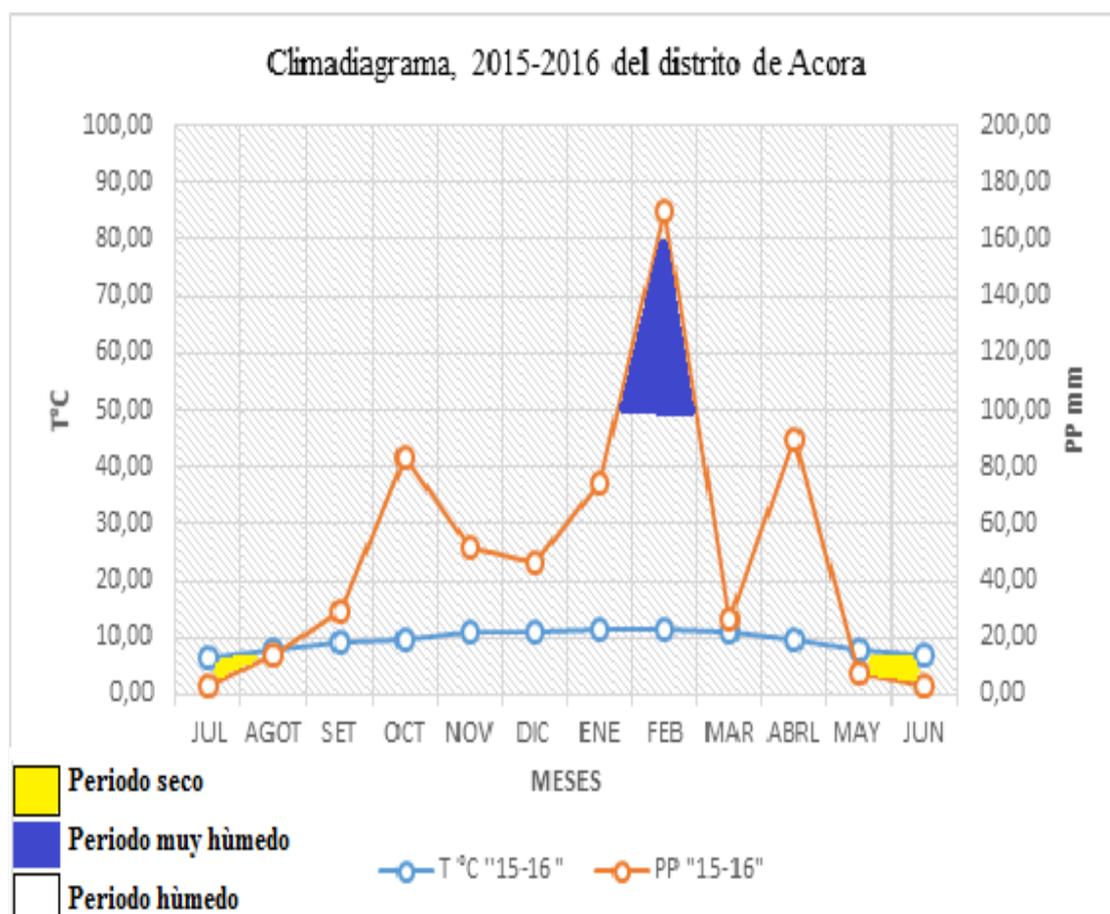
**Figura 23. Climadiagrama, promedio de 10 años (2005/2006 - 2014/2015) (SENAMHI, 2017).**

En los datos climatológicos de 1a normal (promedio de 10 años previo a la investigación) que corresponden al distrito de Puno, tal y como se observa en la figura 23, se ve que el incremento de las precipitaciones pluviales es gradual, iniciándose el incremento considerable en el mes de Diciembre manteniéndose hasta el mes de Marzo, paralelo a ello la temperatura se conserva constante sin presentar variaciones abruptas.

**Tabla 4: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales del distrito de Acora. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio.**

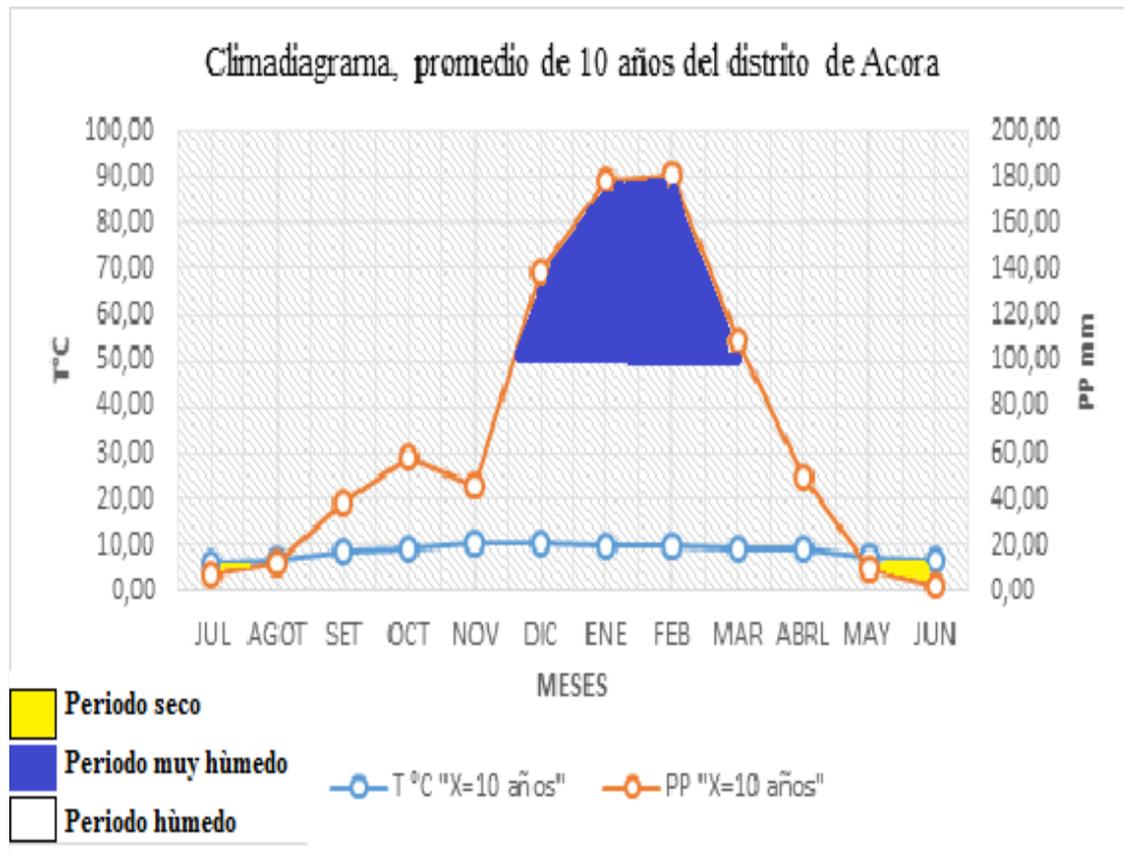
| MES       | PROMEDIO DE 10 AÑOS PREVIOS A LA INVEST. |             | DATOS DEL PERIODO DE INVESTIGACIÓN |            |
|-----------|--|-------------|------------------------------------|------------|
|           | T °C (10 años)                           | PP(10 años) | T °C "15-16"                       | PP "15-16" |
| JULIO     | 6.13                                     | 6.98        | 6.55                               | 2.80       |
| AGOSTO    | 6.99                                     | 11.73       | 7.65                               | 13.90      |
| SETIEMBRE | 8.38                                     | 38.34       | 9.30                               | 29.50      |
| OCTUBRE   | 9.55                                     | 57.65       | 9.75                               | 83.20      |
| NOVIEMBRE | 10.39                                    | 45.49       | 10.85                              | 51.30      |
| DICIEMBRE | 10.25                                    | 138.51      | 11.10                              | 46.60      |
| ENERO     | 9.87                                     | 178.35      | 11.55                              | 74.50      |
| FEBRERO   | 9.83                                     | 180.83      | 11.25                              | 169.60     |
| MARZO     | 9.55                                     | 108.90      | 11.00                              | 26.80      |
| ABRIL     | 8.96                                     | 49.06       | 9.60                               | 90.00      |
| MAYO      | 7.60                                     | 10.16       | 7.75                               | 7.20       |
| JUNIO     | 6.68                                     | 2.35        | 7.00                               | 2.80       |

Fuente: SENAMHI (2017)



**Figura 24. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes al distrito de Acora (SENAMHI, 2017).**

En los datos climatológicos de la campaña agrícola 2015-2016 que corresponden al distrito de Acora, tal y como se observa en la figura 24, se denota que la precipitación en la campaña se incrementa en el mes de Enero y llegando al pico más alto en el mes de Febrero, descendiendo de manera abrupta para el mes de Marzo, posiblemente esto genero un estrés en el desarrollo normal del cultivo y a su vez favoreció el desarrollo de los patógenos, que necesitan de humedad (generada por la precipitación) y de temperaturas altas constantes.



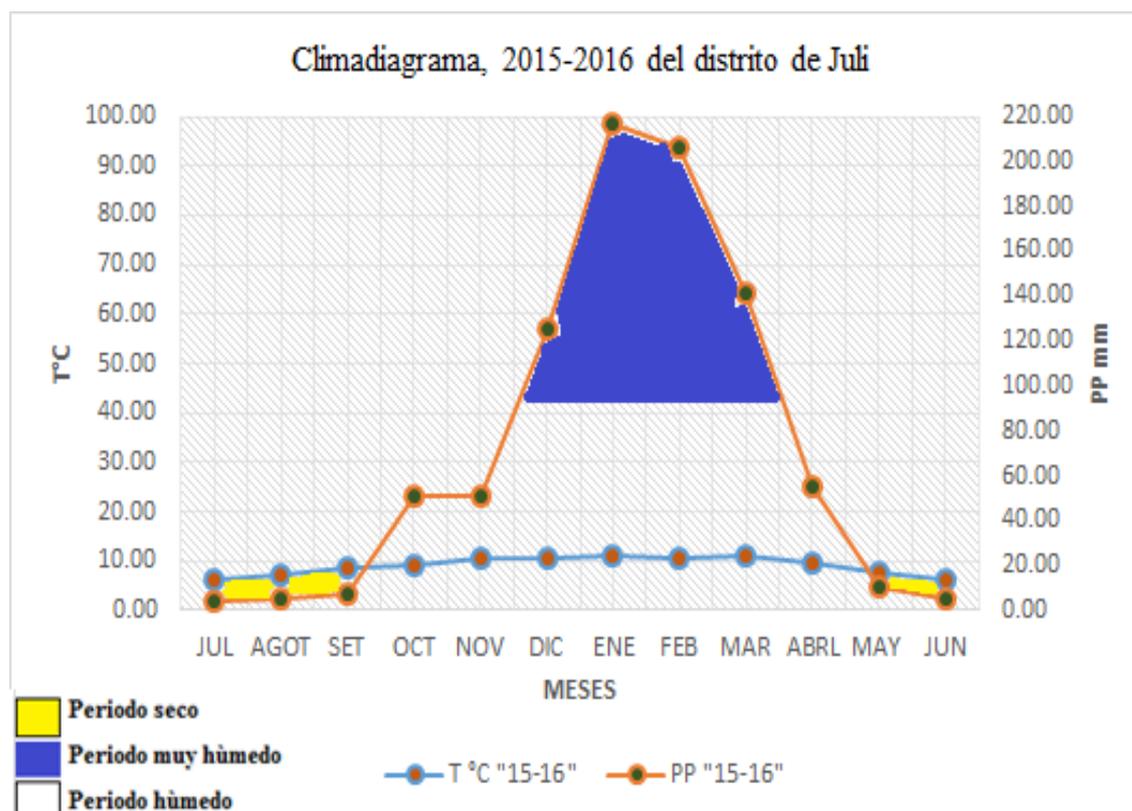
**Figura 25. Climadiagrama, promedio de 10 años (2004/2006 -2014/2015) correspondientes al distrito de Acora (SENAMHI, 2017).**

En los datos climatológicos de la normal (promedio de 10 años previo a la investigación) que corresponden al distrito de Acora, tal y como se observa en la figura 25, se ve que el incremento de las precipitaciones pluviales es gradual a partir del mes de Noviembre, logrando los picos más altos en los meses de Enero y Febrero, continuando con un descenso gradual para los meses siguientes; en cuanto a la temperatura, los valores en estos años eran más bajos frente a los reportados en la campaña agrícola (2015-2016) en la que se trabajó, se observa también que los datos son regularmente constantes.

**Tabla 5: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales del distrito de Juli. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio**

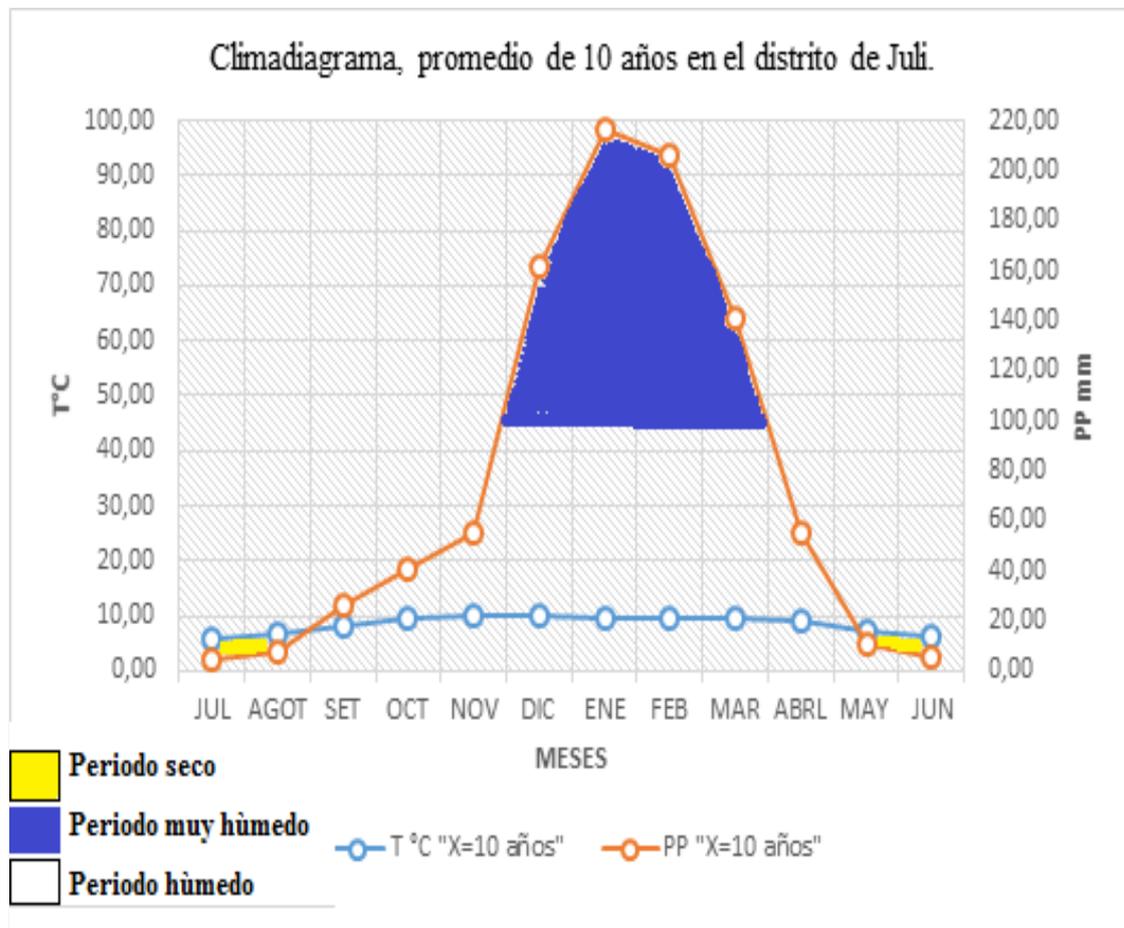
| MES       | PROMEDIO DE 10 AÑOS PREVIOS A LA INVEST. |             | DATOS DEL PERIODO DE INVESTIGACIÓN |            |
|-----------|--|-------------|------------------------------------|------------|
|           | T °C (10 años)                           | PP(10 años) | T °C "15-16"                       | PP "15-16" |
| JULIO     | 6.02                                     | 4.05        | 6.10                               | 4.50       |
| AGOSTO    | 6.85                                     | 7.25        | 7.10                               | 5.40       |
| SETIEMBRE | 8.20                                     | 26.12       | 8.50                               | 7.60       |
| OCTUBRE   | 9.47                                     | 41.00       | 9.20                               | 50.50      |
| NOVIEMBRE | 10.20                                    | 55.34       | 10.55                              | 51.10      |
| DICIEMBRE | 9.98                                     | 161.59      | 10.50                              | 125.00     |
| ENERO     | 9.72                                     | 216.75      | 10.95                              | 216.75     |
| FEBRERO   | 9.72                                     | 206.43      | 10.65                              | 206.43     |
| MARZO     | 9.67                                     | 141.24      | 10.95                              | 141.24     |
| ABRIL     | 9.06                                     | 54.81       | 9.50                               | 54.81      |
| MAYO      | 7.26                                     | 10.69       | 7.60                               | 10.69      |
| JUNIO     | 6.51                                     | 5.17        | 6.45                               | 5.17       |

Fuente: SENAMHI (2017)



**Figura 26. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes al distrito de Juli (SENAMHI, 2017).**

En los datos climatológicos de 1a campaña agrícola 2015-2016 que corresponden al distrito de Juli, tal y como se observa en la figura 26, se denota que la precipitación en la campaña se incrementa en el mes de Diciembre, no se tiene mayor información de los meses siguientes. Sin embargo, la temperatura se incrementa gradualmente a partir del mes de noviembre y desciende a partir del mes de abril.



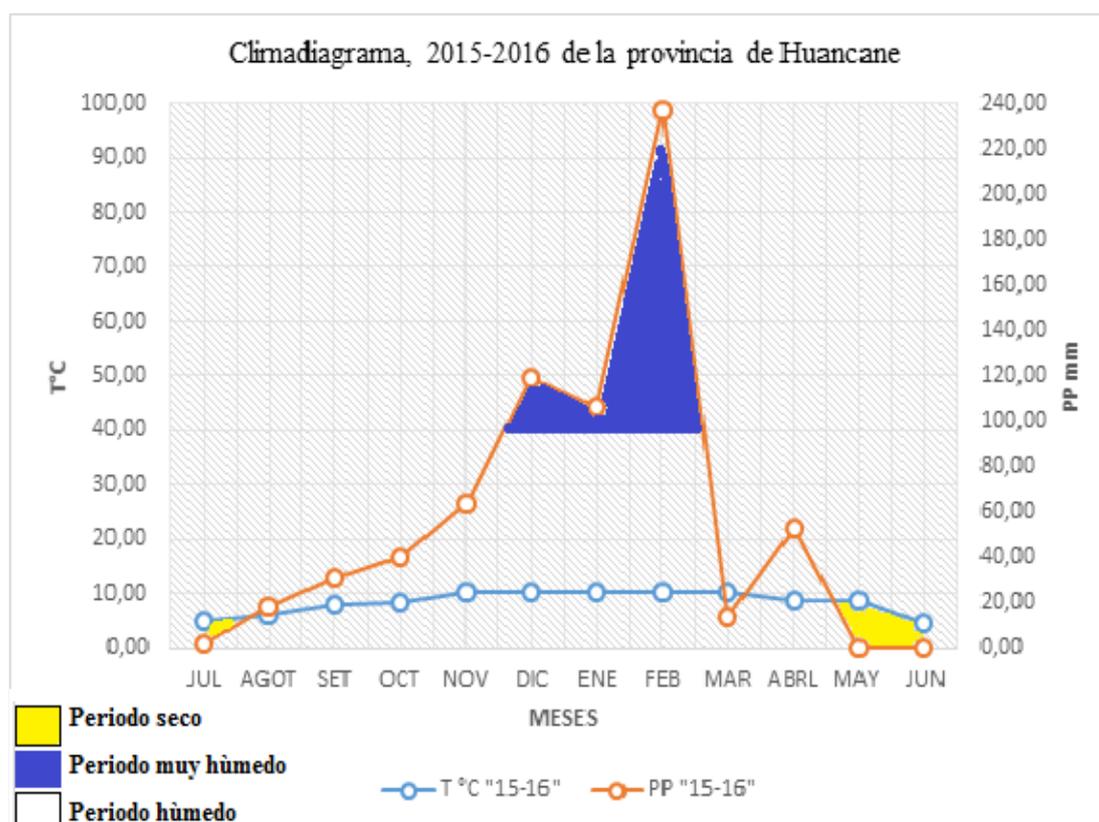
**Figura 27. Climadiagrama, promedio de 10 años (2005/2006-2014/2015) correspondientes al distrito de Juli.**

En los datos climatológicos de 1a normal (promedio de 10 años previo a la investigación) que corresponden al distrito de Juli, tal y como se observa en la figura 27, las precipitaciones, según la información, comienzan a incrementarse de forma considerable a partir del mes de noviembre, llegando al pico más alto en el mes de enero, sin embargo el mes de febrero tiene un valor alto en comparación a marzo, que es cuando descienden las precipitaciones pluviales. En cuanto a la temperatura, los valores se mantienen constantes.

**Tabla 6: Datos meteorológicos registrados. Temperatura promedio y precipitaciones pluviales de la provincia de Huancané. Promedio de 10 años y campaña agrícola en estudio**

| MES       | PROMEDIO DE 10 AÑOS PREVIOS A LA INVEST. |              | DATOS DEL PERIODO DE INVESTIGACIÓN |            |
|-----------|--|--------------|------------------------------------|------------|
|           | T °C (10 años)                           | PP (10 años) | T °C "15-16"                       | PP "15-16" |
| JULIO     | 4.60                                     | 3.75         | 4.95                               | 2.40       |
| AGOSTO    | 5.53                                     | 3.73         | 6.00                               | 18.80      |
| SETIEMBRE | 7.87                                     | 26.03        | 8.25                               | 31.30      |
| OCTUBRE   | 9.40                                     | 43.79        | 8.50                               | 40.60      |
| NOVIEMBRE | 10.08                                    | 33.56        | 10.35                              | 64.00      |
| DICIEMBRE | 10.15                                    | 128.53       | 10.25                              | 119.40     |
| ENERO     | 9.78                                     | 136.12       | 10.45                              | 106.20     |
| FEBRERO   | 9.77                                     | 120.55       | 10.50                              | 236.50     |
| MARZO     | 9.42                                     | 73.34        | 10.35                              | 14.00      |
| ABRIL     | 8.44                                     | 29.89        | 8.75                               | 53.00      |
| MAYO      | 6.53                                     | 9.02         | 8.65                               | 0.60       |
| JUNIO     | 5.30                                     | 1.17         | 4.85                               | 0.00       |

Fuente: SENAMHI (2017)



**Figura 28. Climadiagrama, campaña agrícola 2015 - 2016 correspondientes a la provincia de Huancané (SENAMHI, 2017).**

En los datos climatológicos de la campaña agrícola 2015-2016 que corresponden a la provincia de Huancané, tal y como se observa en la figura 28, la precipitación en la campaña se incrementa de forma abrupta en el mes de Febrero y de este mismo modo desciende para el mes de Marzo, estas alteraciones posiblemente se deban al cambio climático. En cuanto al registro de la temperatura, esta se incrementó a partir del mes de noviembre, manteniéndose constante hasta el mes de abril.

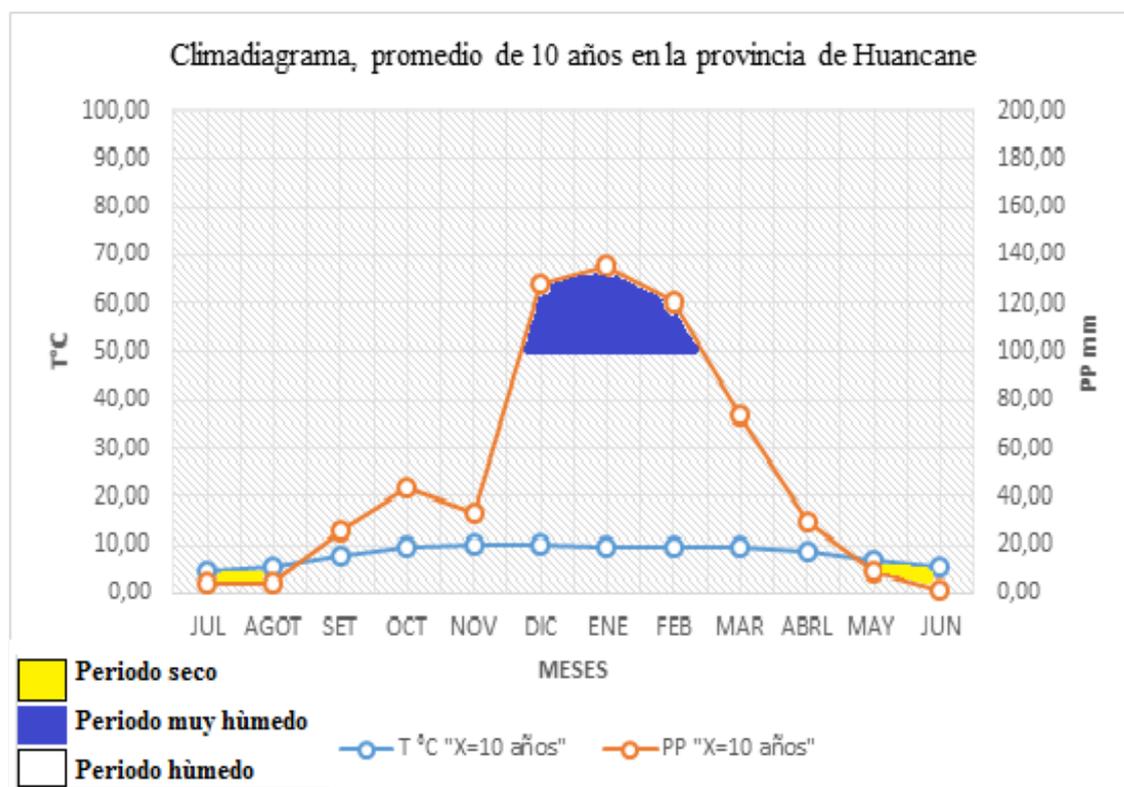


Figura 29. Climadiagrama, promedio de 10 años (2005/2006- 2014/2015) correspondientes a la provincia de Huancané (SENAMHI, 2017).

En los datos climatológicos de la normal (promedio de 10 años previo a la investigación) que corresponden a la provincia de Huancané, tal y como se observa en la figura 29, se ve que el incremento de las precipitaciones pluviales es gradual a partir del mes de Noviembre, logrando el pico más altos en los meses de Enero, empezando a descender en el mes de Febrero de forma gradual, con referente a la temperatura, los valores en estos años eran más bajos frente a los reportados en la campaña agrícola (2015-2016) en la que se trabajó, se observa también que los datos son constantes y no sufren cambios abruptos.

### 3.8. Periodo de ejecución

El presente trabajo tuvo una duración de 5 meses, se inició en diciembre del 2015 y finalizó en abril del 2016.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Identificación de enfermedades

#### 4.1.1. Identificación de enfermedades en campo

##### 4.1.1.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*)

Después de observar la sintomatología en las plantas evaluadas y esta coincidió con la descrita por Saravia *et al* (2014), se encontró la presencia de mildiu (*Peronospora variabilis*) en los sitios evaluados. En la figura 30 se observa una hoja de quinua con una mancha clorótica, que indica la posible presencia de mildiu. En la figura 31, tanto en la imagen de la derecha e izquierda se observa la presencia del micelio característico de mildiu.



Figura 30. Hoja de quinua con síntomas de mildiu.

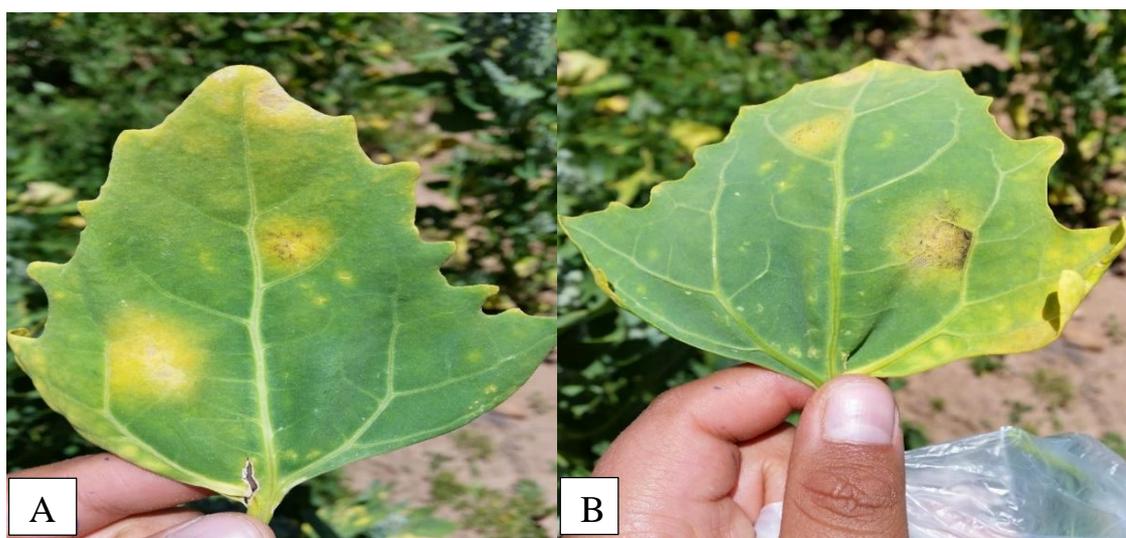
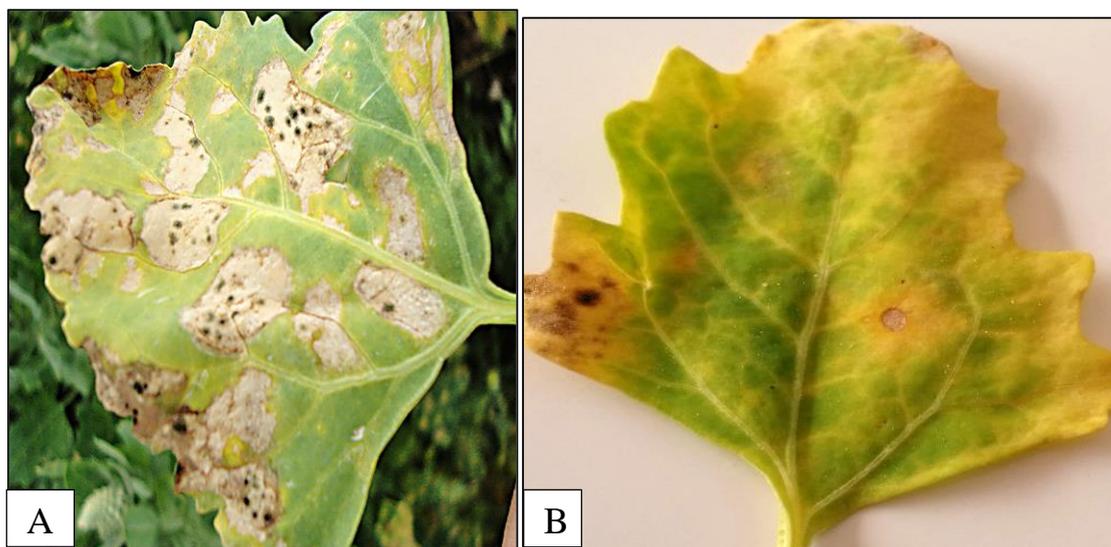


Figura 31. A.-Haz de la hoja de quinua con presencia de micelio de mildiu (*Peronospora variabilis*), B.-Envés de la hoja de quinua con presencia de micelio.

#### 4.1.1.2. Moho Verde (*Cladosporium* sp.)

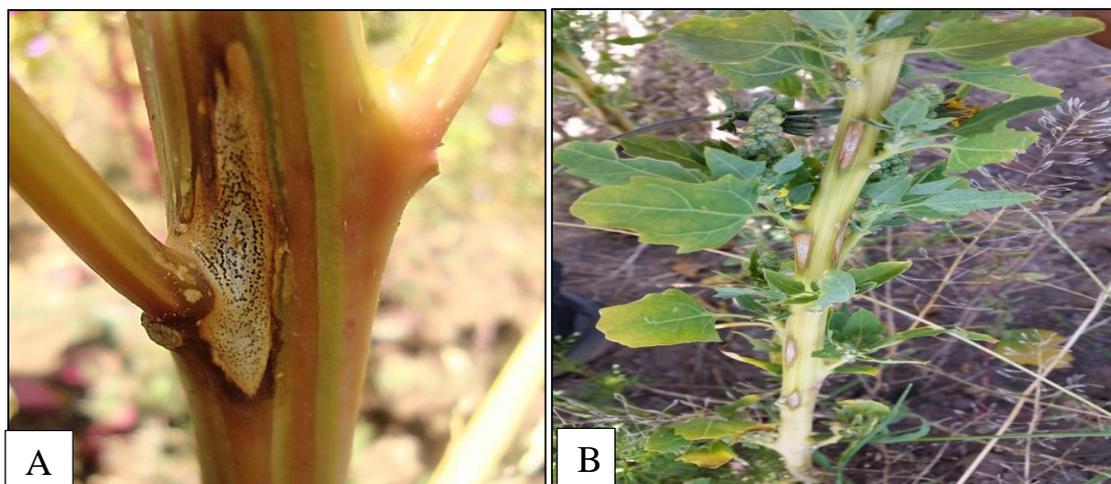
Como Saravia *et al* (2014) lo describió, la sintomatología observada en las plantas de quinua indican la presencia de moho verde (*Cladosporium* sp) en los sitios evaluados. En la figura 32 se observa una hoja de quinua con manchas necróticas y micelio de color negro, que indica la presencia de moho verde en la hoja de quinua.



**Figura 32. Hoja de quinua afectada por Moho Verde. A.- Imagen referencial (Saravia *et al*, 2014) y B.- Imagen observada durante la investigación.**

#### 4.1.1.3. Mancha Ojival del tallo (*Phoma* sp.)

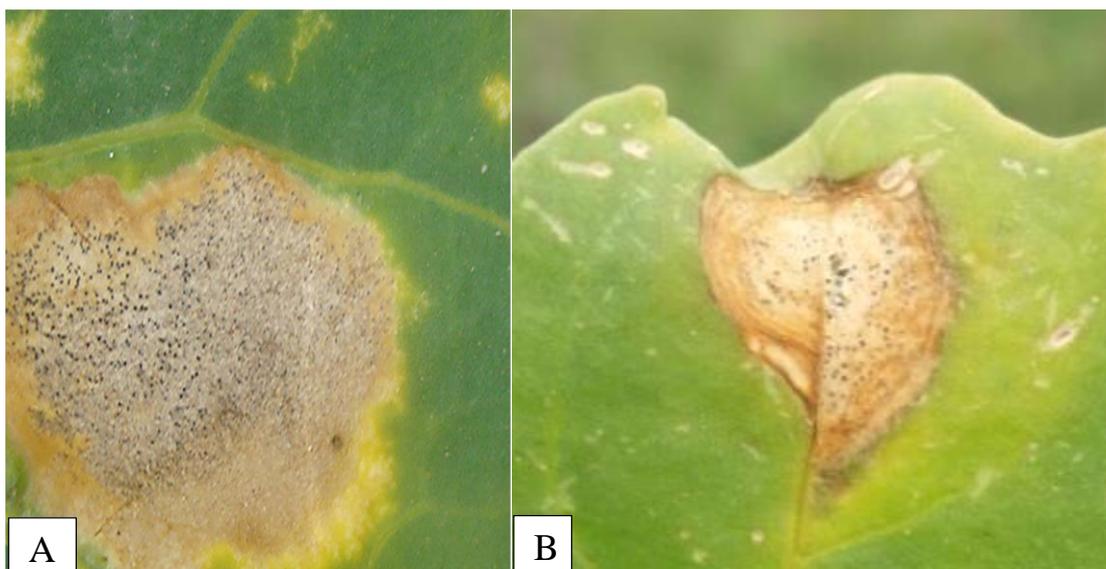
Según Saravia *et al* (2014), la sintomatología se puede observar en el tallo de la planta de quinua, de esta forma es que durante la investigación se encontró los daños descritos (detallado en marco teórico) en el tallo. En la figura 33, la imagen del lado izquierdo es una imagen referencial, y la del lado derecho que fue observada durante la investigación muestra las características de la mancha ojival.



**Figura 33. Planta de quinua con síntomas de mancha ojival del tallo; A.- Imagen referencial, (Saravia *et al*, 2014), B.- Imagen observada durante la investigación.**

#### 4.1.1.4. Mancha Foliar (*Ascochyta hyalospora*)

Según Saravia *et al* (2014), cuando existe presencia de mancha foliar (*Ascochyta hyalospora*), la hoja de quinua presenta manchas ligeramente cloróticas con puntos negros en su interior (picnidias), siendo estas características las que fueron observadas en las hojas de quinua y en algunos sitios de estudio (detallado en incidencia), donde se reportó presencia de esta enfermedad. Como se observa en la imagen 34 se hace una comparación de una imagen referencial con una captada durante la investigación, se puede ver que hay similitud en sus características.

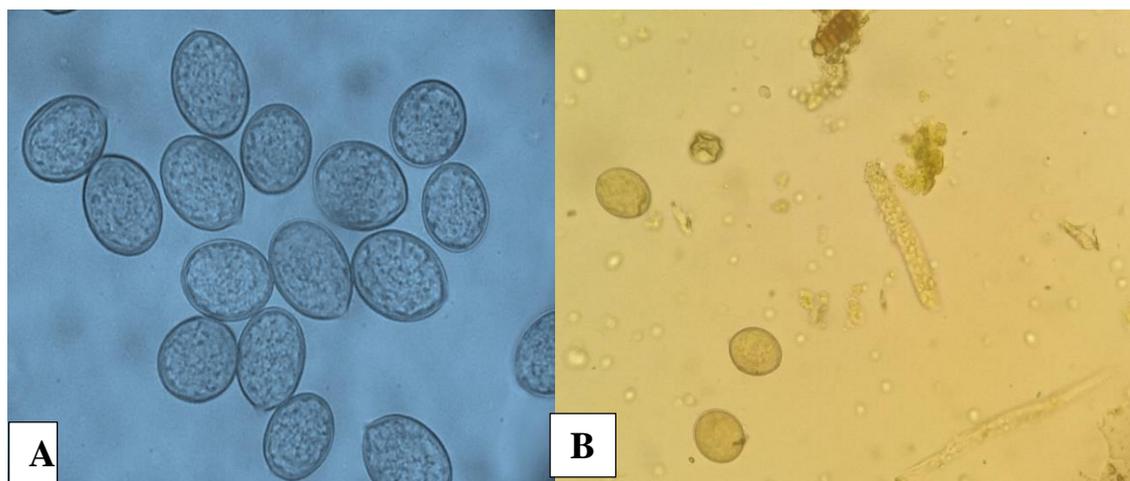


**Figura 34.** Fotografía de una hoja de quinua con picnidias, A. Imagen de referencia, (Saravia *et al*, 2014) B.- imagen observada en la investigación.

#### 4.1.2. Identificación de enfermedades en laboratorio

##### 4.1.2.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*)

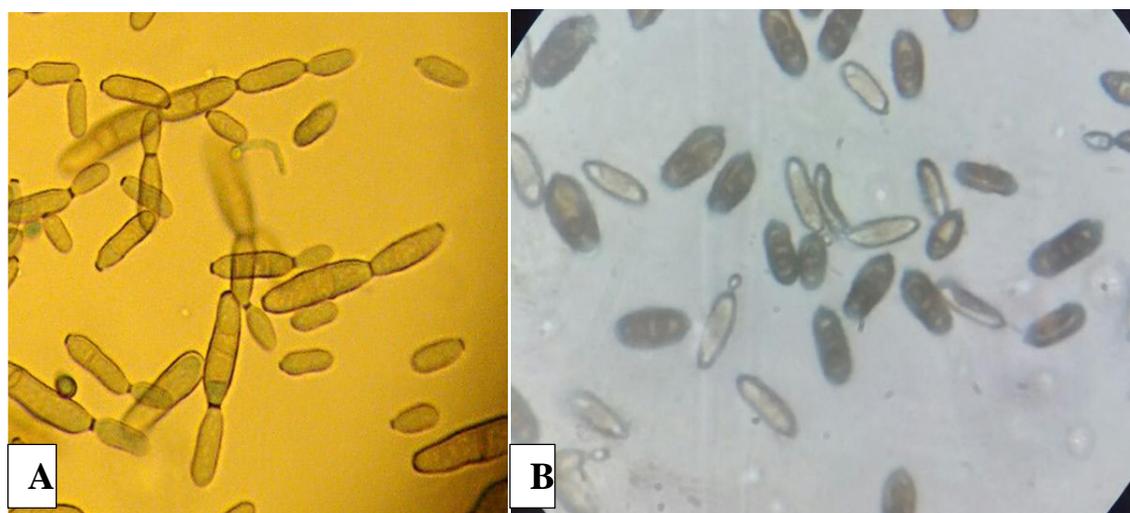
Al colocar la esporulación de mildiu en el microscopio, se pudo observar las esporas características de este patógeno (detallado en marco teórico), lo que indica que el patógeno evaluado es mildiu (*Peronospora variabilis*). En las figura 35 se puede observar las esporas que según Saravia *et al* (2014) son un medio de reproducción sexual



**Figura 35.** Esporas de *Peronospora variabilis*, causantes del mildiu, observadas al microscopio; A.- Imagen de referencia, (Saravia *et al*, 2014). B.- imagen observada durante la investigación.

#### 4.1.2.2. Moho Verde (*Cladosporium* sp.)

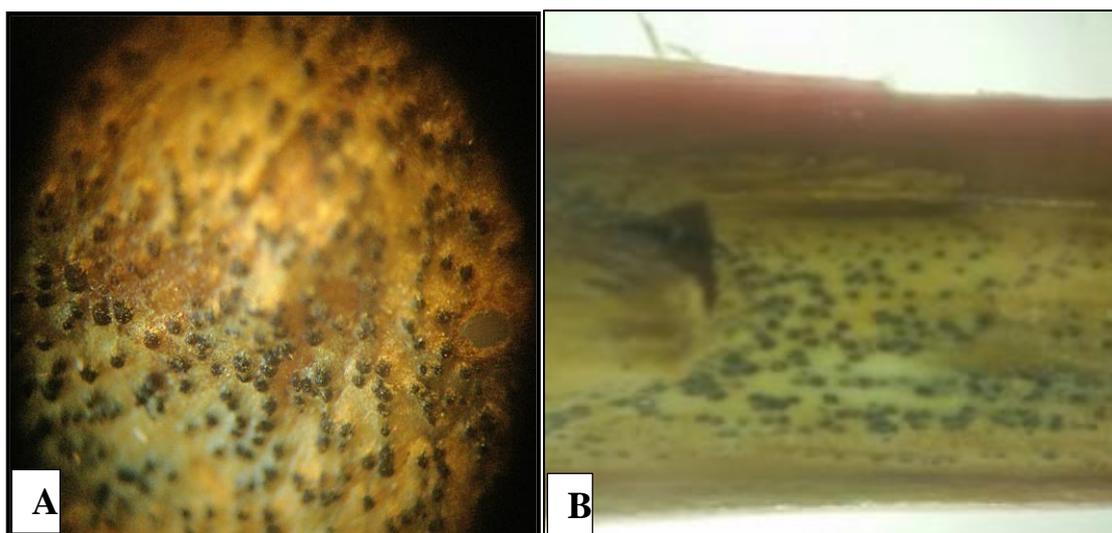
Para la identificación del moho verde, se procedió de igual forma que con el mildiu, la esporulación de este patógeno se observó a través del microscopio, se observaron las conidias que caracterizan al moho verde (*Cladosporium* sp.) (Saravia *et al*, 2014).



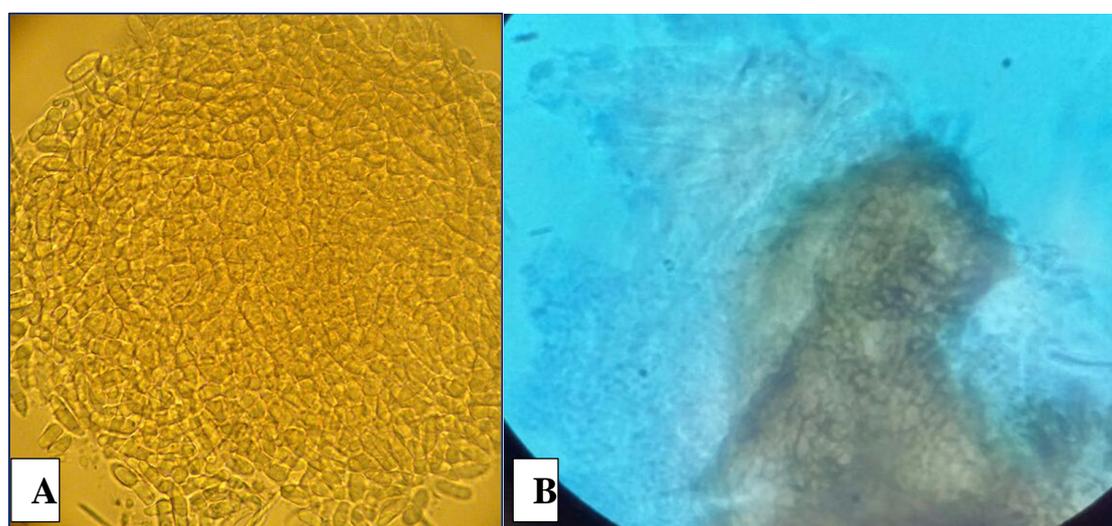
**Figura 36.** Conidias de moho verde (*Cladosporium* sp.) observadas al microscopio. A.-Imagen referencial (Saravia *et al*,2014). B.- imagen observada durante la investigación.

#### 4.1.2.3. Mancha Ojival del tallo (*Phoma* sp.)

Luego de identificar en campo la enfermedad y trasladar las muestras al laboratorio, se observaron las estructuras de conservación (picnidias) (figura 37) en el estereoscopio, de marca Carl Zeiss y modelo Stemi DV-4, después se pasó a reventar algunas muestras de picnidias para poderlas observar en el microscopio, obteniendo como resultado la figura 38 B. En las figuras 37 y 38 se hacen comparaciones con imágenes referenciales y de esta forma poder observar la similitud en las características descritas (mayor detalle en el marco teórico).



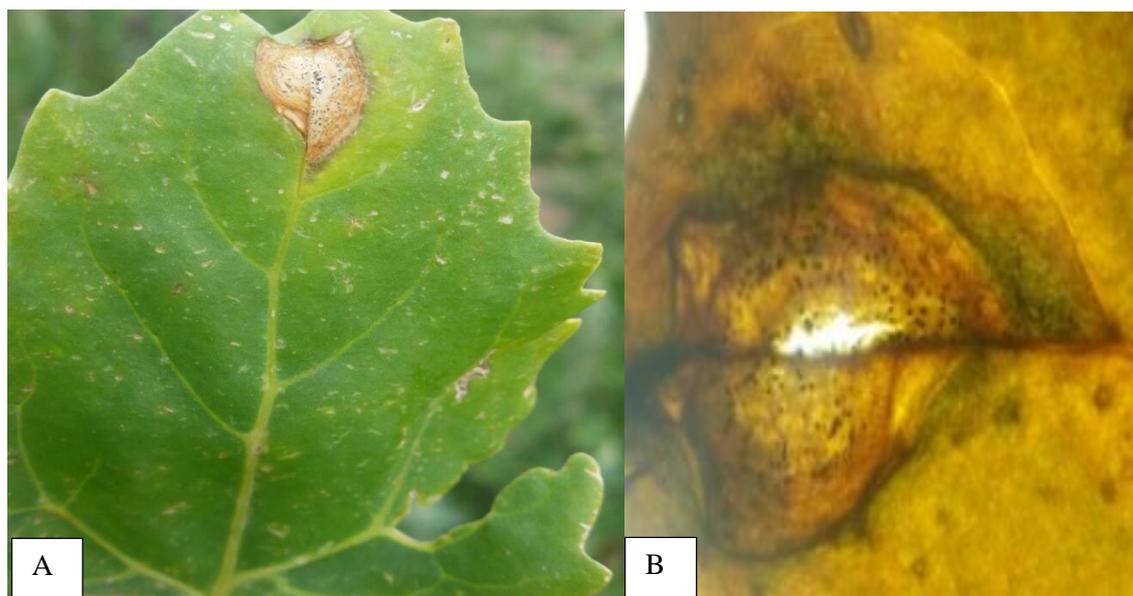
**Figura 37. Picnidias observadas al estereoscopio, A.- Imagen referencial (Saravia *et al*, 2014) B.- Imagen observada durante la ejecución de este proyecto**



**Figura 38. Fotografía de una picnidia reventada al microscopio, A.- Imagen referencial (Saravia *et al*, 2014). B.- Imagen observada durante la investigación**

#### 4.1.2.4. Mancha Foliar (*Ascochyta hyalospora*)

Para el caso de la mancha foliar, las estructuras de conservación (picnidias) se caracterizan por ser muy pequeñas (180 a 270 u), sin contar con muchas muestras, puesto que la incidencia de esta enfermedad no fue muy alta (mayor detalle en el apartado de incidencia) no se logró observar las estructuras de conservación de este patógeno en el microscopio. Sin embargo se logró identificar en campo (apartado 4.1.1.4). Sin embargo usando un estereoscopio se pudo observar las picnidias características de esta enfermedad (figura 39-B).



**Figura 39. Hojas de quinua con la presencia de *Ascochyta hyalospora* que ocasiona la mancha foliar. A.- Hoja observada en campo, B.- Hoja observada en laboratorio con ayuda de un estereoscopio.**

De acuerdo con Cabezas (2004), el hombre en su afán de explorar las causas del proceso de una enfermedad, desarrolló la ciencia del diagnóstico, que integra el conocimiento del patógeno y la función de cada factor en el desarrollo de la enfermedad. Por ello un diagnóstico oportuno detecta el agente causal de un evento patológico y esto es fundamental para el manejo integrado, sea de enfermedades o plagas.

En el presente trabajo se hizo una diagnosis en campo y de acuerdo con la sintomatología presentada se pudo conocer cuál era el patógeno que afectaba la planta, en caso no existiera certeza, las pruebas en laboratorio y/o observación del patógeno en el microscopio terminaba con cualquier duda.

#### **4.2. Incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).**

##### **4.2.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*)**

###### **a) Primera evaluación**

En la tabla 7, se incluye el análisis de varianza para la primera evaluación de la incidencia del mildiu, para las localidades en estudio, mostrando diferencias estadísticas altamente significativas ( $F_c=7.86$  vs  $F_{c,0.01}=3.71$ ), confirmando que existe diferencia en la incidencia del mildiu en los sitios evaluados. Por otro lado el coeficiente de variación ( $CV= 21.05\%$ ), nos indica que los datos evaluados son confiables.

**Tabla 7: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia del mildiu**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 54.540            | 6.818            | 7.86 | 2.51    | 3.71    | **   | 0.0002 |
| Error experimental  | 18                 | 15.613            | 0.867            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 70.153            |                  |      |         |         |      |        |

CV=21.05%

Prom. gral.= 4.43

En el tabla 8, se incluye la prueba de Tukey, para los datos obtenidos, mostrando una mayor incidencia del mildiu fue en las localidades de Marca Esqueña y Muni con 0.93%, seguido de las localidades de Ichu, Suancata, Surupa, Moyapampa y Huancollusco con incidencias de 0.90%, 0.87%, 0.83%, 0.63% y 0.63% respectivamente, los cuales son estadísticamente similares y superiores a las localidades de Pusi y molino con 0.17% de incidencia del mildiu.

**Tabla 8: Prueba de comparación de medias de Tukey (P≤0.05), sobre la incidencia del mildiu en la primera evaluación**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. ≤ 0.05 |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|-------------|
| 1               | Marca Esqueña - P | 93%                        | 5.54                                       | A           |
| 2               | Muni -H           | 93%                        | 5.54                                       | A           |
| 3               | Ichu - P          | 90%                        | 5.44                                       | A           |
| 4               | Suancata - J      | 87%                        | 5.33                                       | A           |
| 5               | Surupa - P        | 83%                        | 5.22                                       | A           |
| 6               | Moyapampa - J     | 63%                        | 4.54                                       | a b         |
| 7               | Huancollusco - H  | 63%                        | 4.50                                       | a b         |
| 8               | Pusi - H          | 17%                        | 1.90                                       | b c         |
| 9               | Molino - J        | 17%                        | 1.81                                       | c           |

Las letras P, H y J que están al lado de cada localidad representan a las 2 provincias y 1 distrito a las que corresponden, significando Puno, Huancané y Juli, respectivamente. Esto se observara en todas las tablas con pruebas de comparación de medias de Tukey de incidencia.

**b) Segunda evaluación**

En la tabla 9, se observa el análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia del mildiu en las localidades en estudio, mostrando que no hubo diferencia estadística significativa (Fc=1.96 vs Ft<sub>0.05</sub>=2.51), indicando que no existe diferencia, la incidencia de mildiu es similar en las localidades bajo estudio. Por otro lado el coeficiente de variación (CV=4.66%), nos indica que los datos evaluados son confiables.

**Tabla 9: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia del mildiu**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 1.065             | 0.133            | 1.96 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.1119 |
| Error experimental  | 18                 | 1.221             | 0.068            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 2.286             |                  |      |         |         |      |        |

CV=4.66%

Prom. gral.= 5.59

**c) Tercera evaluación**

En la tabla 10, se observa el análisis de varianza para los datos de incidencia de mildiu durante la tercera evaluación, mostrando que no existe diferencias estadísticas significativas para las localidades en estudio, indicando que la incidencia del mildiu es similar ( $F_c=1.76 < F_{t,0.05}=2.51$ ). El coeficiente de variación (CV=10.10%), indica que los datos registrados durante la evaluación son confiables.

**Tabla 10: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia del mildiu**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 4.094             | 0.512            | 1.76 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.1526 |
| Error experimental  | 18                 | 5.242             | 0.291            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 9.336             |                  |      |         |         |      |        |

CV=10.10%

Prom. gral.= 5.34

Según Saravia *et al* (2014) y Cruces y Callohuari (2016), el mildiu es catalogado como una de las enfermedades fúngicas de la quinua que más problemas genera durante el desarrollo del cultivo, ya que reduce el área fotosintética de la planta, afectando de este modo el desarrollo y rendimiento del cultivo. Agrios (1996) menciona que los mildius son principalmente tizones del follaje de las plantas que se propaga con rapidez en tejidos tiernos, a su vez la propagación depende en gran parte a la humedad relativa de la atmósfera, puede suceder durante periodos fríos o cálidos, pero no de calor intenso. Durante la ejecución de este trabajo se observó que la incidencia de esta enfermedad incrementó en la segunda evaluación que coincide con el mes de marzo, mes en el que se incrementó la temperatura y descendió la precipitación, en comparación con la incidencia de las demás enfermedades esta fue la que más presencia reportó, adicional a ello genera que defoliación de hojas, reduciendo así el área fotosintético de la planta.

**4.2.2. Moho verde (*Cladosporium* sp.)**

**a) Primera evaluación**

En el tabla 11, se observa el análisis de varianza para los datos de incidencia de moho verde durante la primera evaluación, mostrando que no existe diferencias estadísticas significativas para las localidades en estudio, indicando que la incidencia del moho verde es similar ( $F_c=2.35 < F_{t_{0.05}}=2.51$ ). El coeficiente de variación ( $CV=32.36\%$ ), indica que los datos registrados durante la evaluación son confiables.

**Tabla 11: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia del moho**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 30.515            | 3.814            | 2.35 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.0629 |
| Error experimental  | 18                 | 29.199            | 1.622            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 59.715            |                  |      |         |         |      |        |

CV=32.36% Prom. gral.= 3.94

**b) Segunda evaluación**

En el tabla 12, se incluye el análisis de varianza para la segunda evaluación de la incidencia de moho verde, para las localidades en estudio, mostrando diferencias estadísticas altamente significativas ( $F_c=6.87 > F_{t_{0.01}}=3.71$ ), confirmando que existe diferencia en la incidencia de la moho verde en los sitios evaluados. Por otro lado el coeficiente de variación ( $CV= 17.03\%$ ), nos indica que los datos evaluados son confiables.

**Tabla 12: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia del moho.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 28.626            | 3.578            | 6.87 | 2.51    | 3.71    | **   | 0.0004 |
| Error experimental  | 18                 | 9.381             | 0.521            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 38.007            |                  |      |         |         |      |        |

CV=17.03% Prom. gral.= 4.24

En el tabla 13, se incluye la prueba de Tukey, para los datos obtenidos, mostrando una mayor incidencia del mildiu fue en las localidades de Marca Esqueña con 0.93%, seguido de las localidades de Moyapampa, Surupa, Suancata, Muni y Pusi con incidencias de 87%, 77%, 73%, 63% y 53% respectivamente, los cuales son estadísticamente similares y superiores a las

localidades de Ichu, Molino y Huancollusco con 37%, 27% y 20% respectivamente, de incidencia del mildiu.

**Tabla 13: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del moho en la segunda evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Marca Esqueña – P | 93                         | 5.54                                       | a                |
| 2               | Moyapampa – J     | 87                         | 5.33                                       | a b              |
| 3               | Surupa – P        | 77                         | 5.00                                       | a b c            |
| 4               | Suancata – J      | 73                         | 4.91                                       | a b c            |
| 5               | Muni H            | 63                         | 4.46                                       | a b c d          |
| 6               | Pusi – H          | 53                         | 4.16                                       | a b c d          |
| 7               | Ichu P            | 37                         | 3.29                                       | b c d            |
| 8               | Molino J          | 27                         | 2.95                                       | c d              |
| 9               | Huancollusco – H  | 20                         | 2.50                                       | d                |

**c) Tercera evaluación**

En el tabla 14, se observa el análisis de varianza para los datos de incidencia de moho verde durante la tercera evaluación, mostrando que no existe diferencias estadística significativas para las localidades en estudio, indicando que la incidencia del moho verde es similar ( $F_c = 1.59 < F_{t_{0.05}} = 2.51$ ). El coeficiente de variación ( $CV = 83.92\%$ ), indica que los datos registrados durante la evaluación son confiables.

**Tabla 14: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia del moho.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | $F_c$ | $F_t$ 0.05 | $F_t$ 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------|------------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 23.581            | 2.948            | 1.59  | 2.51       | 3.71       | n.s. | 0.1967 |
| Error experimental  | 18                 | 33.371            | 1.854            |       |            |            |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 56.953            |                  |       |            |            |      |        |

$CV = 83.92\%$

Prom. gral. = 1.62

Según Saravia *et al* (2014) Una de las características del moho verde es desarrollarse sobre tejido muerto, es por ello que por lo general se desarrolla sobre el tejido muerto que dejó el mildiu o sobre tejido muerte generado por el daño de un insecto. Gomez y Aguilar (2016) indican que no genera mayor problema, ya que para cuando el moho verde se desarrolla la hoja dañada se cae. Su incidencia está estrechamente relacionada a la incidencia del mildiu o a la presencia de insectos plaga, por ello es que en la segunda evaluación es que se reporta mayor presencia de moho verde, puesto que ahí fue donde hubo mayor incidencia de mildiu.

#### 4.2.3. Mancha ojival del tallo (*Phoma* sp.)

##### a) Primera evaluación

En el tabla 15, se incluye el análisis de varianza para la primera evaluación de la incidencia de mancha ojival del tallo, para las localidades en estudio, mostrando diferencias estadísticas altamente significativas ( $F_c=4.23$  vs  $F_{t,0.01}=3.71$ ), confirmando que existe diferencia en la incidencia de la mancha ojival en los sitios evaluados. Por otro lado el coeficiente de variación ( $CV=130.58\%$ ), nos indica que los datos evaluados son confiables.

**Tabla 15: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia de la mancha ojival**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | $F_c$ | $F_t$ 0.05 | $F_t$ 0.01 | Sig. | $Pr > F$ |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------|------------|------|----------|
| Localidad           | 8                  | 21.303            | 2.663            | 4.23  | 2.51       | 3.71       | **   | 0.0053   |
| Error experimental  | 18                 | 11.337            | 0.630            |       |            |            |      |          |
| Total correcto      | 26                 | 32.640            |                  |       |            |            |      |          |

$CV=130.58\%$

Prom. gral.= 0.61

En el tabla 16, se incluye la prueba de Tukey, para los datos obtenidos, mostrando una mayor incidencia de mancha ojival del tallo en las localidades de Molino con 27%, seguido de las localidades de Ichu y Muni con 7% ambas y Marca Esqueña con 3%, las demás localidades no registraron valores de incidencia de mancha ojival.

**Tabla 16: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha ojival en la primera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Molino J          | 27                         | 2.81                                       | a                |
| 2               | Ichu .- P         | 07                         | 1.21                                       | a b              |
| 3               | Muni – H          | 7                          | 0.85                                       | a b              |
| 4               | Marca Esqueña – P | 3                          | 0.60                                       | a b              |
| 5               | Huancollusco – H  | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 6               | Moyapampa – J     | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 7               | Pusi – H          | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 8               | Suancata – J      | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 9               | Surupa – P        | 0                          | 0.00                                       | b                |

**b) Segunda evaluación**

**Tabla 17: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia de la mancha ojival**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 21.434            | 2.679            | 2.93 | 2.51    | 3.71    | *    | 0.0279 |
| Error experimental  | 18                 | 16.486            | 0.916            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 37.920            |                  |      |         |         |      |        |

CV=147.83%

Prom. gral.= 0.65

**Tabla 18: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha ojival en la segunda evaluación**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Molino – J        | 23                         | 2.56                                       | a                |
| 2               | Muni – H          | 17                         | 1.81                                       | a b              |
| 3               | Ichu – P          | 06                         | 0.85                                       | a b              |
| 4               | Huancollusco – H  | 03                         | 0.60                                       | b                |
| 5               | Marca Esqueña – P | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 6               | Moyapampa – J     | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 7               | Pusi – H          | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 8               | Suancata J        | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 9               | Surupa – P        | 0                          | 0.00                                       | b                |

**c) Tercera evaluación**

**Tabla 19: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia de la mancha ojival**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 43.708            | 5.464            | 3.44 | 2.51    | 3.71    | *    | 0.0140 |
| Error experimental  | 18                 | 28.567            | 1.587            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 72.276            |                  |      |         |         |      |        |

CV=120.53%

Prom. gral.= 1.05

**Tabla 20: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha ojival en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Molino – J        | 50                         | 3.91                                       | a                |
| 2               | Muni – H          | 27                         | 2.33                                       | a b              |
| 3               | Surupa – P        | 17                         | 1.35                                       | a b              |
| 4               | Ichu – P          | 7                          | 1.21                                       | a b              |
| 5               | Huancollusco – H  | 3                          | 0.60                                       | a b              |
| 6               | Marca Esqueña – P | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 7               | Pusi – H          | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 8               | Suancata J        | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 9               | Moyapampa – J     | 0                          | 0.00                                       | b                |

La presencia de la mancha ojival del tallo se incrementó conforme se evaluaba, es decir para la tercera evaluación existía mayor presencia y daño en la planta. Según Cruces y Callohuari (2016), el patógeno no requiere de heridas mecanizadas para penetrar en tallo y peciolos, y esa característica de desarrollarse en el tallo le genera más posibilidades de supervivencia al patógeno, caso diferente a patógenos que se desarrollan en hojas donde suelen defoliarse. Gomez y Aguilar (2016) afirman que este patógeno se presenta al final del ciclo del cultivo de quinua, cuando el tallo contiene mayor lignina y que su diseminación se hace por salpicadura de lluvia. De este modo se podría afirmar que la mancha ojival del tallo genera mayor problema que las enfermedades foliares, puesto que si se genera el quiebre del tallo, la planta dejaría de desarrollarse. Las temperaturas altas colaboran en su desarrollo, aun si la humedad del ambiente es baja. Es por ello que para la tercera evaluación, periodo en el cual las precipitaciones se redujeron, sin embargo la temperatura aún estaba elevada.

#### 4.2.4. Mancha foliar (*Ascochyta hyalospora*)

##### a) Primera evaluación

**Tabla 21: Análisis de varianza para la primera evaluación de incidencia de la mancha foliar.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 38.112            | 4.764            | 3.07 | 2.51    | 3.71    | *    | 0.0228 |
| Error experimental  | 18                 | 27.911            | 1.551            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 66.023            |                  |      |         |         |      |        |

CV=99.41%

Prom. gral.= 1.25

**Tabla 22: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha foliar en la primera evaluación..**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Muni – H          | 53                         | 4.04                                       | a                |
| 2               | Suancata - J      | 17                         | 1.90                                       | a b              |
| 3               | Huancollusco – H  | 17                         | 1.81                                       | a b              |
| 4               | Moyapampa – J     | 10                         | 1.46                                       | a b              |
| 5               | Marca Esqueña – P | 7                          | 0.85                                       | a b              |
| 6               | Ichu – P          | 3                          | 0.60                                       | a b              |
| 7               | Surupa – P        | 3                          | 0.60                                       | a b              |
| 8               | Molino – J        | 0                          | 0.00                                       | b                |
| 9               | Pusi H            | 0                          | 0.00                                       | b                |

**b) Segunda evaluación**

**Tabla 23: Análisis de varianza para la segunda evaluación de incidencia de la mancha foliar.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 14.510            | 1.814            | 1.43 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.2492 |
| Error experimental  | 18                 | 22.778            | 1.265            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 37.289            |                  |      |         |         |      |        |

CV=169.59%

Prom. gral.= 0.66

**c) Tercera evaluación**

**Tabla 24: Análisis de varianza para la tercera evaluación de incidencia de la mancha foliar.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 7.399             | 0.925            | 1.36 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.2764 |
| Error experimental  | 18                 | 12.202            | 0.678            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 19.601            |                  |      |         |         |      |        |

CV=234.25%

Prom. gral.= 0.35

La mancha foliar, es la enfermedad que menor presencia reporto, se podría afirmar que en comparación a enfermedades foliares tales como mildiu y moho verde, este no genera tal daño. Cruces y Callohuari (2016), afirman que cuando los ataques son más severos, se produce una intensa defoliación, reduciéndose así la capacidad fotosintética de la planta. El patógeno causante de esta enfermedad se transmite a través de la semilla (Gomez y Aguilar, 2016)

**4.3. Severidad de enfermedades fungosas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).**

**4.3.1. Mildiu (*Peronospora variabilis*)**

**a) Primera evaluación**

En la tabla 25, se presenta el análisis de varianza para la primera evaluación de la severidad de ataque del mildiu, registrando diferencias estadísticas altamente significativas, entre las localidades en estudio, indicando que entre las localidades o al menos en una localidad existe diferencia en la severidad de mildiu sobre la quinua. El coeficiente de variación (CV)  $CV=23.93\%$  y la  $F_c=7.76 > F_{t_{0.01}}=3.71$ , indican diferencias altamente significativas.

**Tabla 25: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad del mildiu.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 452.305           | 56.538           | 7.76 | 2.51    | 3.71    | **   | 0.0002 |
| Error experimental  | 18                 | 131.078           | 7.282            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 583.384           |                  |      |         |         |      |        |

CV=23.93%

Prom. gral.= 10.00

El tabla 26, incluye la prueba de Tukey, mostrando que la mayor severidad del mildiu se registró en las localidades de Marca Esqueña con 7.79%, seguido de las localidades de Suancata, Surupa, Muni, Ichu, Huancollusco y Moyopampa con severidades de 6.07%, 6.14%, 5.91%, 4.58%, 3.79% y 3.84% respectivamente, los cuales son estadísticamente similares y superiores a las registradas en las localidades de Molino y Pusi con 1.31% y 0.52% de severidad del mildiu respectivamente.

**Tabla 26: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad del mildiu en la primera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Marca Esqueña | 7.79                      | 16.05                                     | a                |
| 2               | Suancata      | 6.07                      | 14.25                                     | a                |
| 3               | Surupa        | 6.14                      | 14.23                                     | a                |
| 4               | Muni          | 5.91                      | 14.02                                     | a                |
| 5               | Ichu          | 4.58                      | 12.26                                     | a b              |
| 6               | Huancollusco  | 3.79                      | 11.11                                     | a b              |
| 7               | Moyapampa     | 3.84                      | 11.09                                     | a b              |
| 8               | Molino        | 1.31                      | 5.37                                      | b c              |
| 9               | Pusi          | 0.52                      | 3.09                                      | c                |

**b) Segunda evaluación**

En el tabla 27, se presenta el análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad del mildiu, en donde se observa que no existe diferencia estadística para los datos registrados para la severidad del mildiu. El coeficiente de variación (CV) igual al 13.54% y la  $F_c=2.22 < F_{t_{0.05}}=2.51$ , nos indica que los datos evaluados con confiables.

**Tabla 27: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad del mildiu.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 156.846           | 19.606           | 2.22 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.0762 |
| Error experimental  | 18                 | 158.932           | 8.830            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 315.778           |                  |      |         |         |      |        |

CV=13.54%

Prom. gral.= 21.94

**c) Tercera evaluación**

En el tabla 28, se presenta el análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad del mildiu, en donde se observa que no existe diferencia estadística para los datos registrados para la severidad del mildiu. El coeficiente de variación (CV) igual al 17.71% y la  $F_c=1.72 < F_{t_{0.05}}=2.51$ , nos indica que los datos evaluados con confiables.

**Tabla 28: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad del mildiu.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 107.180           | 13.397           | 1.72 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.1608 |
| Error experimental  | 18                 | 139.981           | 7.777            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 247.161           |                  |      |         |         |      |        |

CV=17.71%

Prom. gral.= 15.74

El mayor porcentaje de daño de severidad de mildiu se registró en la primera evaluación, siendo la comunidad de Marca Esqueña la que registro el mayor valor. La primera evaluación se realizó a inicios del mes febrero. Campos (2011) menciona que durante el mes de febrero también registro datos de alto daño de afección de mildiu, así mismo Saravia *et al* (2014) afirma que para el desarrollo de la enfermedad se necesita alta humedad relativa y temperaturas altas, esto explicaría por qué la enfermedad causa mayor daño en el mes de febrero, puesto que según los registros climatológicos, el mes de febrero es cuando se registra las precipitaciones pluviales y temperaturas más altas frente a los diferentes meses. Como se observa en los tablas, la severidad de daño se expresa en porcentaje (%), debido a que existe menor posibilidad de error al expresar estos valores en porcentajes (Danielsen *et al*,2000)

**4.3.2. Moho verde (*Cladosporium* sp.)**

**a) Primera evaluación**

El tabla 29, presenta los resultados del análisis de varianza para los resultados de evaluación de severidad de moho verde, mostrando que las diferencias de los datos no son estadísticamente cuantificables ( $F_c=0.72$  vs  $F_{t0.05}=2.51$ ) los resultados porcentuales de severidad obtenidos varían de 0.93% a 0.20% en las localidades de Huancollusco e Ichu, respectivamente. Mayor detalle en el anexo 21

**Tabla 29: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad del moho.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 24.355            | 3.044            | 0.72 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.6747 |
| Error experimental  | 18                 | 76.463            | 4.248            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 100.818           |                  |      |         |         |      |        |

CV=41.60% Prom. gral.= 4.95

**b) Segunda evaluación**

En la el tabla 30, se presenta el análisis de varianza para la segunda evaluación de la severidad de ataque de moho verde, registrando diferencias estadísticas altamente significativas, entre las localidades en estudio, indicando que entre las localidades o al menos en una localidad existe diferencia en la severidad de mildiu sobre la quinua. El coeficiente de variación (CV) CV=31.39% y la  $F_c=3.57 > F_{t0.05}=2.51$ , indican diferencias altamente significativas.

**Tabla 30: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad del moho.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 83.468            | 10.433           | 3.57 | 2.51    | 3.71    | **   | 0.0119 |
| Error experimental  | 18                 | 52.679            | 2.927            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 136.147           |                  |      |         |         |      |        |

CV=31.39% Prom. gral.= 5.45

El tabla 31, incluye la prueba de Tukey, mostrando que la mayor severidad de moho verde se registró en la localidad de Molino con 1.89%, seguido de las localidades de Moyapampa, Surupa, Suancata, Pusi, Marca Esqueña, Muni e Ichu con severidades de 1.71%, 1.64%, 1.63%, 0.80%, 0.62%, 0.50% y 0.41% respectivamente, los cuales son estadísticamente similares y superiores a la registrada en las localidad de Huancollusco con 0.26% de severidad del mildiu.

**Tabla 31: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad del moho en la segunda evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Molino        | 1.89                      | 7.77                                      | a                |
| 2               | Moyapampa     | 1.71                      | 7.40                                      | a b              |
| 3               | Surupa        | 1.64                      | 7.20                                      | a b              |
| 4               | Suancata      | 1.63                      | 6.92                                      | a b              |
| 5               | Pusi          | 0.80                      | 4.78                                      | a b              |
| 6               | Marca Esqueña | 0.62                      | 4.46                                      | a b              |
| 7               | Muni          | 0.50                      | 3.99                                      | a b              |
| 8               | Ichu          | 0.41                      | 3.66                                      | a b              |
| 9               | Huancollusco  | 0.26                      | 2.87                                      | b                |

**c) Tercera evaluación**

En el tabla 32, se presenta el análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad del moho verde, en donde se observa que no existe diferencia estadística para los datos registrados para la severidad del mildiu. El coeficiente de variación (CV) igual al 69.68% y la  $F_c = 5.78 > F_{t_{0.05}} = 2.51$ , nos indica que los datos evaluados con confiables.

**Tabla 32: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad del moho.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 133.183           | 16.648           | 5.78 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.0010 |
| Error experimental  | 18                 | 51.881            | 2.882            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 185.064           |                  |      |         |         |      |        |

CV=69.68%

Prom. gral.= 2.44

Danielsen *et al* (2000) afirma que expresar la severidad de daño en porcentaje reduce el margen de daño a la hora de procesar los datos registrados. De estos datos registrados observamos que en la segunda evaluación es donde tenemos diferencia significativa de la información registrada. Posiblemente esto se deba a causa de en la segunda evaluación existía mayor cantidad de follaje con manchas necróticas ocasionadas por el mildiu, así como lo afirma Saravia *et al* (2014) el patógeno que causa moho verde por lo general este coloniza sobre tejido muerto (manchas necróticas)

**4.3.3. Mancha ojival (*Phoma* sp.)**

**a) Primera evaluación**

En el tabla 33, se presenta el análisis de varianza para la primera evaluación de severidad del mancha ojival del tallo, en donde se observa que no existe diferencia estadística para los datos registrados para la enfermedad en mención. El coeficiente de variación (CV) igual al 225.31% y la  $F_c=1.85 < F_{t_{0.05}}=3.71$ , nos indica que los datos evaluados con confiables.

**Tabla 33: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad de la mancha ojival.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 21.701            | 2.713            | 1.85 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.1326 |
| Error experimental  | 18                 | 26.390            | 1.466            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 48.092            |                  |      |         |         |      |        |

CV=225.31%

Prom. gral.= 0.54

**b) Segunda evaluación**

En la el tabla 34, se presenta el análisis de varianza para la segunda evaluación de la severidad de ataque de mancha ojival del tallo, registrando diferencias estadísticas significativas, entre las localidades en estudio, indicando que entre las localidades o al menos en una localidad existe diferencia en la severidad de mancha ojival del tallo sobre la quinua. El coeficiente de variación (CV) CV=171.88% y la  $F_c=3.01 > F_{t_{0.05}}=2.51$ , indican diferencias significativas.

**Tabla 34: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad de la mancha ojival.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 37.680            | 4.710            | 3.01 | 2.51    | 3.71    | *    | 0.0247 |
| Error experimental  | 18                 | 28.137            | 1.563            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 65.818            |                  |      |         |         |      |        |

CV=171.88%

Prom. gral.= 0.73

El tabla 35, incluye la prueba de Tukey, mostrando que la mayor severidad de mancha ojival del tallo se registró en la localidad de Molino con 0.44%, seguido de la localidad de Muni con 0.34%, las localidades de -Ichu, Huancollusco, Marca Esqueña, Moyapampa, Pusi, Suancata y Surupa registran valores bajos en comparación a las dos primeras localidades mencionadas.

**Tabla 35: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha ojival en la segunda evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Molino        | 0.44                      | 3.44                                      | a                |
| 2               | Muni          | 0.34                      | 2.26                                      | a b              |
| 3               | Ichu          | 0.02                      | 0.49                                      | b                |
| 4               | Huancollusco  | 0.01                      | 0.35                                      | b                |
| 5               | Marca Esqueña | 0.00                      | 0.00                                      | b                |
| 6               | Moyapampa     | 0.00                      | 0.00                                      | b                |
| 7               | Pusi          | 0.00                      | 0.00                                      | b                |
| 8               | Suancata      | 0.00                      | 0.00                                      | b                |
| 9               | Surupa        | 0.00                      | 0.00                                      | b                |

**c) Tercera evaluación**

En la el tabla 36, se presenta el análisis de varianza para la tercera evaluación de la severidad de ataque de mancha ojival del tallo, registrando diferencias estadísticas significativas, entre las localidades en estudio, indicando que entre las localidades o al menos en una localidad existe diferencia en la severidad de mancha ojival del tallo sobre la quinua. El coeficiente de variación (CV)  $CV=143.35\%$  y la  $F_c=3.01 > F_{t0.05}=2.51$ , indican diferencias significativas.

**Tabla 36: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad de la mancha ojival.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 110.004           | 13.750           | 3.01 | 2.51    | 3.71    | *    | 0.0248 |
| Error experimental  | 18                 | 82.235            | 4.569            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 192.239           |                  |      |         |         |      |        |

$CV=143.35\%$

Prom. gral.= 1.49

El tabla 37, incluye la prueba de Tukey, mostrando que la mayor severidad de mancha ojival del tallo se registró en la localidad de Molino con 1.27%, seguido de la localidad de Muni con 1.00%, las localidades de Surupa, Ichu, Huancollusco, Marca Esqueña, Pusi, Suancata y Moyapampa registran valores bajos en comparación a las dos primeras localidades mencionadas.

**Tabla 37: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha ojival en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Molino        | 1.27                      | 5.82                                      | a                |
| 2               | Muni          | 1.00                      | 4.38                                      | a b              |
| 3               | Surupa        | 0.16                      | 1.31                                      | b c              |
| 4               | Ichu          | 0.07                      | 1.13                                      | b c              |
| 5               | Huancollusco  | 0.06                      | 0.78                                      | b c              |
| 6               | Marca Esqueña | 0.00                      | 0.00                                      | c                |
| 7               | Pusi          | 0.00                      | 0.00                                      | c                |
| 8               | Suancata      | 0.00                      | 0.00                                      | c                |
| 9               | Moyapamp      | 0.00                      | 0.00                                      | c                |

La mancha ojival del tallo, así como su nombre lo indica, esta se desarrolla en el tallo, generando lesiones con estructuras (picnidias) dentro de su interior (Saravia *et al*, 2014). Como esta enfermedad causada por *Phoma* sp. afecta el tallo, el patógeno continua su desarrollo y afección desde que infecta a la planta hasta que esta es cosechada, ya que a diferencia de las demás enfermedades, que se desarrollan en las hojas y estas al defoliarse se caen de la planta. La mancha ojival del tallo, según lo observado en campo, es una de las enfermedades que causa un daño severo a la planta, puesto que al necrosar el tallo, la parte apical no puede continuar con su desarrollo.

#### 4.3.4. Mancha foliar (*Ascochyta hyalospora*)

##### a) Primera evaluación

En la el tabla 38, se presenta el análisis de varianza para la primera evaluación de la severidad de ataque de mancha foliar, registrando diferencias estadísticas significativas, entre las localidades en estudio, indicando que entre las localidades o al menos en una localidad existe diferencia en la severidad de mancha ojival del tallo sobre la quinua. El coeficiente de variación (CV)  $CV=119.06\%$  y la  $F_c=2.93 > F_{t,0.05}=2.51$ , indican diferencias significativas.

**Tabla 38: Análisis de varianza para la primera evaluación de severidad de la mancha foliar.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 45.689            | 5.7111           | 2.93 | 2.51    | 3.71    | *    | 0.0277 |
| Error experimental  | 18                 | 35.082            | 1.949            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 80.771            |                  |      |         |         |      |        |

CV=119.06%

Prom. gral.= 1.17

El tabla 39, incluye la prueba de Tukey, mostrando que la mayor severidad de mancha foliar se registró en la localidad de Muni con 0.66%, seguido de la localidad de Suancata con 0.30%, las localidades de Huancollusco, Moyapampa, Surupa, Marca Esqueña, Ichu, Molino y Pusi, registran valores bajos en comparación a las dos primeras localidades mencionadas.

**Tabla 39: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha foliar en la primera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Muni          | 0.66                      | 4.24                                      | a                |
| 2               | Suancata      | 0.30                      | 2.45                                      | a b              |
| 3               | Huancollusco  | 0.11                      | 1.40                                      | a b              |
| 4               | Moyapampa     | 0.06                      | 0.84                                      | a b              |
| 5               | Surupa        | 0.03                      | 0.78                                      | a b              |
| 6               | Marca Esqueña | 0.02                      | 0.49                                      | a b              |
| 7               | Ichu          | 0.01                      | 0.35                                      | a b              |
| 8               | Molino        | 0.00                      | 0.00                                      | b                |
| 9               | Pusi          | 0.00                      | 0.00                                      | b                |

**b) Segunda evaluación**

En el tabla 40, se presenta el análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad de mancha foliar, en donde se observa que no existe diferencia estadística para los datos registrados para la enfermedad en mención. El coeficiente de variación (CV) igual al 190.47% y la  $F_c = 1.67 < F_{t_{0.05}} = 2.51$ , nos indica que los datos evaluados son confiables.

**Tabla 40: Análisis de varianza para la segunda evaluación de severidad de la mancha foliar.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | $F_c$ | $F_t$ 0.05 | $F_t$ 0.01 | Sig. | $Pr > F$ |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|------------|------------|------|----------|
| Localidad           | 8                  | 38.508            | 4.813            | 1.67  | 2.51       | 3.71       | n.s. | 0.1751   |
| Error experimental  | 18                 | 51.985            | 2.888            |       |            |            |      |          |
| Total correcto      | 26                 | 90.493            |                  |       |            |            |      |          |

CV=190.47%

Prom. gral.= 0.89

**c) Tercera evaluación**

En el tabla 41, se presenta el análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad de mancha foliar, en donde se observa que no existe diferencia estadística para los datos registrados para la enfermedad en mención. El coeficiente de variación (CV) igual al 273.72% y la  $F_c = 0.93 < F_{t_{0.05}} = 2.51$ , nos indica que los datos evaluados son confiables.

**Tabla 41: Análisis de varianza para la tercera evaluación de severidad de la mancha foliar.**

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Fc   | Ft 0.05 | Ft 0.01 | Sig. | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|---------|---------|------|--------|
| Localidad           | 8                  | 5.618             | 0.702            | 0.93 | 2.51    | 3.71    | n.s. | 0.5142 |
| Error experimental  | 18                 | 13.556            | 0.753            |      |         |         |      |        |
| Total correcto      | 26                 | 19.174            |                  |      |         |         |      |        |

CV=273.72%

Prom. gral.= 0.32

Según Saravia *et al* (2014), la mancha foliar de la quinua, se desarrolla en la hoja, el patógeno causante de esta enfermedad suele encontrarse en la semilla de quinua, por ende esta comienza a desarrollarse desde las primeras fases fenológicas. Dentro del periodo de ejecución del proyecto se observó que el área donde se desarrollo es mínimo y al defoliarse las hojas de quinua por el proceso de maduración, las hojas con la enfermedad se caen. Es por ello que de los tres periodos de evaluación, la primera es donde se reporta mayor daño de afección para el caso de mancha foliar y junto a ello Muni es la localidad donde se registró mayor daño.

## CONCLUSIONES

- a) Se logró identificar 4 enfermedades fungosas del cultivo de quinua, siendo estas mildiu (*Peronospora variabilis*) moho verde (*Cladosporium* sp.), mancha ojival del tallo (*Phoma* sp.) y mancha foliar (*Ascochyta hyalosopora*).
- b) De la evaluación de incidencia, el mildiu se desarrolló en las 3 zonas de estudio, con una incidencia superior al 50% en todas las zonas a partir de la segunda evaluación que coincide con los meses de febrero-marzo. El moho verde se desarrolló en todas las zonas de estudio, su incidencia no es superior a la del mildiu, sin embargo para la tercera evaluación su incidencia empezó a decrecer en comparación a evaluaciones anterior, esto por la reducción de humedad, ya que entre los meses de marzo-abril las precipitaciones pluviales empezaron a reducir. La mancha ojival del tallo, se presentó en las 3 zonas de estudio, Molino, localidad correspondiente a la zona sur; Ichu, Marca Esqueña y Surupa, localidades correspondientes a la zona centro y Muni y Huancollusco, correspondientes a la zona norte, todas estas fueron las únicas localidades donde se presentó la mancha ojival del tallo. En tanto para el caso de mancha foliar, en las localidades de Suancata, Moyapampa y Molino, correspondientes a la zona sur; las localidades de Ichu, Surupa y Marca Esqueña correspondientes a la zona centro; las localidades de Muni y Huancollusco, correspondientes a la zona Norte, son los sitios de estudio donde se reportó presencia de mancha foliar, sin embargo solo en la localidad de Muni se reportó 53% de incidencia correspondiente a la primera evaluación, en los diferentes periodos de evaluación no se supera el 50%.
- c) De las evaluaciones de severidad, en la segunda evaluación es donde se observa una variación en los valores de mildiu siendo 20% el porcentaje de daño correspondiente a Surupa (zona centro), siendo este el valor mal alto. Para el caso de moho verde el valor más alto corresponde a Molino (zona sur) con un 1.89% de daño. Para el caso de mancha ojival del tallo, 1.27% de daño corresponde a Molino (zona sur), siendo a su vez el porcentaje de daño más elevado. El valor para Mancha foliar más elevado lo encontramos en Muni (zona norte) con un 0.66%, siendo un valor que no llega al 1% nos indica que no afecta en el desarrollo del cultivo de quinua.

## RECOMENDACIONES

- a) Realizar una serie de investigaciones en donde se evalué la incidencia de cada enfermedad, enfatizando en las zonas productoras de quinua
- b) Alejar los rastrojos de quinua de las parcelas de cultivo, ya que las estructuras de conservación suelen alojarse en los rastrojos.
- c) Realizar la siembra del cultivo de quinua en las fechas adecuadas con el fin de tener las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de la planta y así poder obtener una mejor producción.
- d) Realizar estudios en las demás zonas productoras de quinua de la región Puno, enfatizando evaluaciones en la mancha ojival del tallo, enfermedad tuvo valores elevados en cuanto a incidencia, todo esto para conocer su máximo porcentaje de incidencia y severidad.

**BIBLIOGRAFIA**

- Alandia, S.; Otazú, V.; Salas, B. (1979). Enfermedades en quinua y kañiwa. Editorial IICA, Bogotá, Colombia, pp 137- 148.
- Ames, T.; Cañedo, V. (2004). Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Lima, Perú; Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 62p
- Aroni, J. (2005). Fascículo 3 – Siembra del cultivo de quinua. In: PROINPA y FAUTAPO (eds). Serie de módulos publicados en sistemas de producción sostenible en el cultivo de la quinua: módulo 2. Manejo agronómico de la quinua orgánica. Fundación PROINPA, fundación AUTAPO, Embajada real de los Países Bajos. La Paz, Bolivia. pp 45-52.
- Astorga, J.B. (2013). La seguridad alimentaria y el cambio climático en el altiplano. Revista de Investigación Ciencias Agrarias (7), Puno- Perú: 92 – 97pp.
- Cabezas, O. (2004). Diagnóstico de enfermedades de plantas. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú.
- Campos, Elva. (2011). Evaluación de plagas insectiles y enfermedades, en áreas de intensificación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 89p.
- Cardenas, M. (1944). Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* de Bolivia. Revista de agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba (Bol.) Vol. 2, No. 2, pp 13-26.
- Cardozo, A. y Tapia, M. (1997). Valor nutritivo en quinua y kañiwa, cultivos andinos. En cultivos andinos. Centro internacional para el desarrollo, Bogotá, Colombia. pp 149 – 192.
- Carmona, M y Sautua, F. (2015). Manual práctico para el diagnóstico de enfermedades foliares y su control con fungicidas en los cultivos de trigo y cebada. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Argentina. 88p.
- Cruces, L.M. y Callohuari, Y. (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. FAO. Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan la quinua en la zona andina. Santiago. 116p.
- Danielsen, S. y Ames, T. (2000). El Mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina: manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. Centro internacional de la papa. Lima, 82p.

- Delgado, P. (2007). Manejo integrado de “kcona kcona” y “mildiu” en quinua. Instituto Nacional de Innovación agraria (INIA). Boletín técnico 03: serie cultivos. Puno, Perú. 13p
- FAO. (1989). Prevention of Post-Harvest Food Losses Fruits Vegetables and Root Crops. Training Manual Rome UN FAO.
- FAO. (2011). La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 58 p.
- Fundación PROINPA. (2005). Programa de apoyo a la cadena quinua, altiplano sur. Módulo 2: manejo agronómico de la quinua orgánica. La Paz, Bolivia, 106p.
- Gandarillas, H. (1968). Caracteres botánicos más importantes para la clasificación de la quinua. In: Universidad Nacional Técnica del Altiplano (ed). anales de la primera convención de quenopodiáceas quinua - cañahua. Puno, Perú. pp 41-49.
- Gandarillas, H. (1979). Botánica. En: Quinua y la Kañiwa: cultivos andinos Editado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Impreso en Bogotá. pp. 21-30
- Gomez, L. y Aguilar, E. (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. FAO. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. 130 p.
- Hassler M. (2018). World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version Apr 2018). In: Roskov Y., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds. (2018). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 31st July 2018. Digital resource at [www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col). Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Lau, C.; Jarvis, A.; Ramírez, J. (2011). Agricultura Colombiana: Adaptación al cambio climático. CIAT Políticas en síntesis No. 1. Centro Internacional De Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4p.
- Laborda, R. (2008). Métodos de evaluación en protección de cultivos. España.
- León, J. (2003). Cultivo de la quinua en Puno-Perú. Descripción, manejo y producción. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Ciencias Agrarias. pp 37-38.
- Mostacedo, B.; Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos Básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. 87 p.

- Mujica, A. y Chura, E. (2012). Cultivo de cereales y granos andinos. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 102p.
- Mujica, A. y Canahua, A. (2001). Agronomía del cultivo de la quinua. En: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Editado por la FAO. Impreso en Chile. 361 pps.
- Ponce, J. (1978). Evaluación biométrica de 330 líneas del banco de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Facultad De Agronomía UNTA. Puno, Perú. 48p.
- Pulgar, J. (1987). Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales. Lima: Ed. PEISA. 304 p.
- Rodríguez, R.; Benito, A.; Portela, A. (2004). Meteorología y climatología, Semana de la ciencia y la tecnología 2004. España: FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), pp 6-12.
- Saravia, R; Plata, G; Gandarillas, A. (2014). Plagas y enfermedades del cultivo de quinua. Cochabamba, BO, Fundación PROINPA; 148p.
- Tapia, M. (1997). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Oficina regional de la FAO para américa latina y el caribe. Santiago, Chile. 170p.
- Tapia, M.; Gandarillas, H.; Alandia, S.; Cardozo, A.; Otazú, V.; Ortiz, R.; Rea, J.; Salas, B.; Zanabria, E.; Mujica, A. (1979). La quinua y la Kañiwa: Cultivos Andinos. Oficina Regional para América Latina. Bogotá. CO. pp 142-147.
- Vilca, A. (1972). Estudio de la mancha foliar en quinua. Tesis Ing. Agr. Programa Académico de Ingeniería Agronómica UNTA Puno – Perú 36 p.
- Wallen Y Jackson. (1975). Evaluación de los daños. En el Manual para patólogos vegetales Ed. Aguilar FAO Santiago de Chile 153 p
- Zanabria, H. y Banegas, M. (1997). Entomología económica sostenible, plagas de cultivos andinos: papa y quinua y el manejo agroecológico en ecosistemas frágiles de la región andina 1ra Edición Abril-1997. Aquarium Impresores y Editores Puno-Perú. 204p.
- Zapana, J. y Escobar, F. (2015). Deterioro de plantas cultivadas y manejo integrado de enfermedades, principios y referencias ambientales. Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú. 218p.

**RECURSO ELECTRÓNICO**

DRA Puno (2017). Dirección Regional Agraria. Dirección de Estadística Agraria e Informática.

Disponible en: <http://www.agropuno.gob.pe/?q=node/1031#punto> [Accesado el 20 de Mayo del 2017]

NemaChile (2018) Muestreo para análisis de nematodos. Disponible en:

[http://www.nemachile.cl/protocolo\\_nematologico.html](http://www.nemachile.cl/protocolo_nematologico.html) [Accesado el 10 de Enero del 2018]

SENAMHI (2017). Descarga de datos Hidrometeorológicos. Datos históricos. Disponible

en:<http://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos> [Accesado el 15 de Julio del 2017]

ANEXOS

ANEXO 1. Mapas de los sitios de estudio

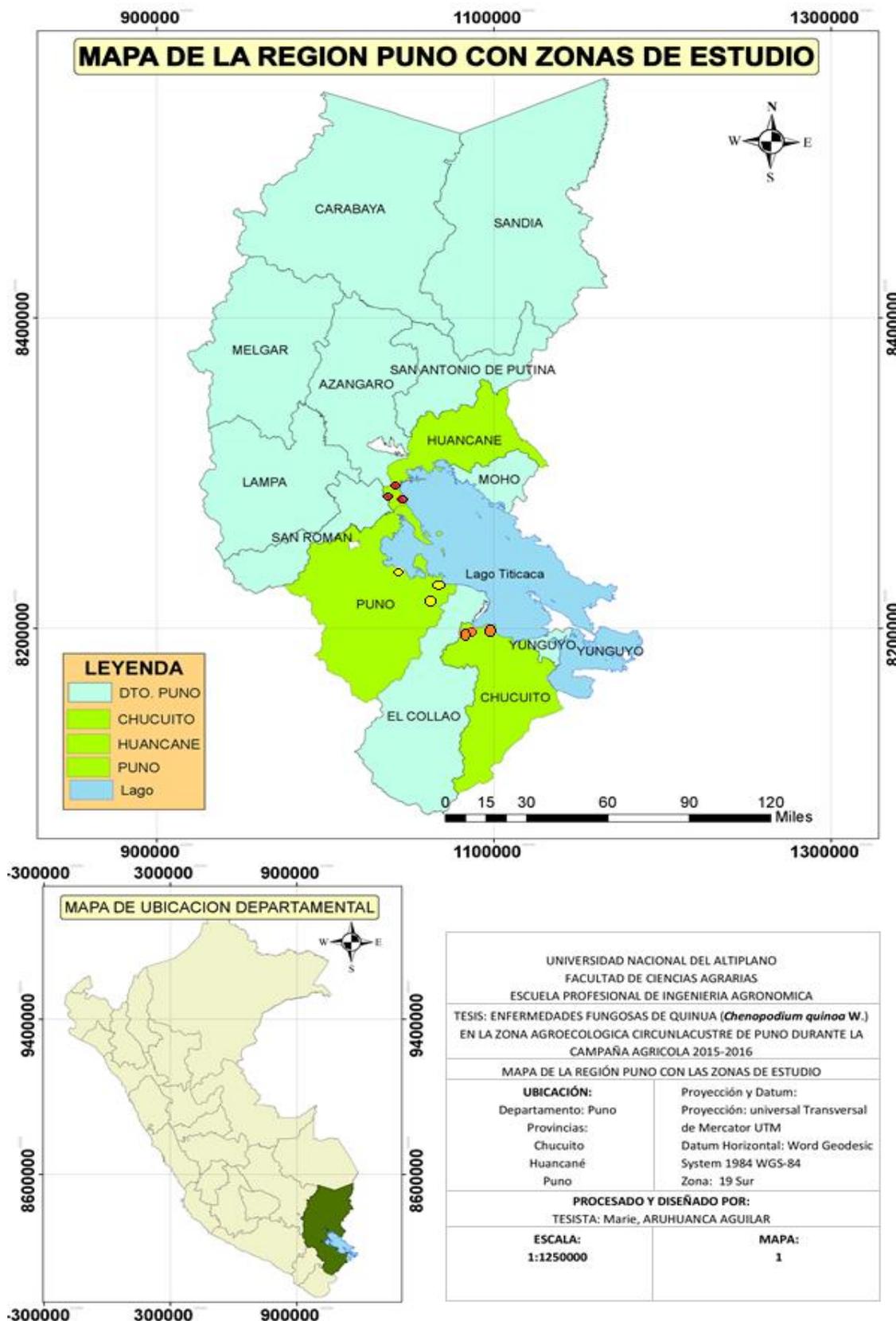


Figura 40. Mapa de la Región Puno con los sitios de estudio

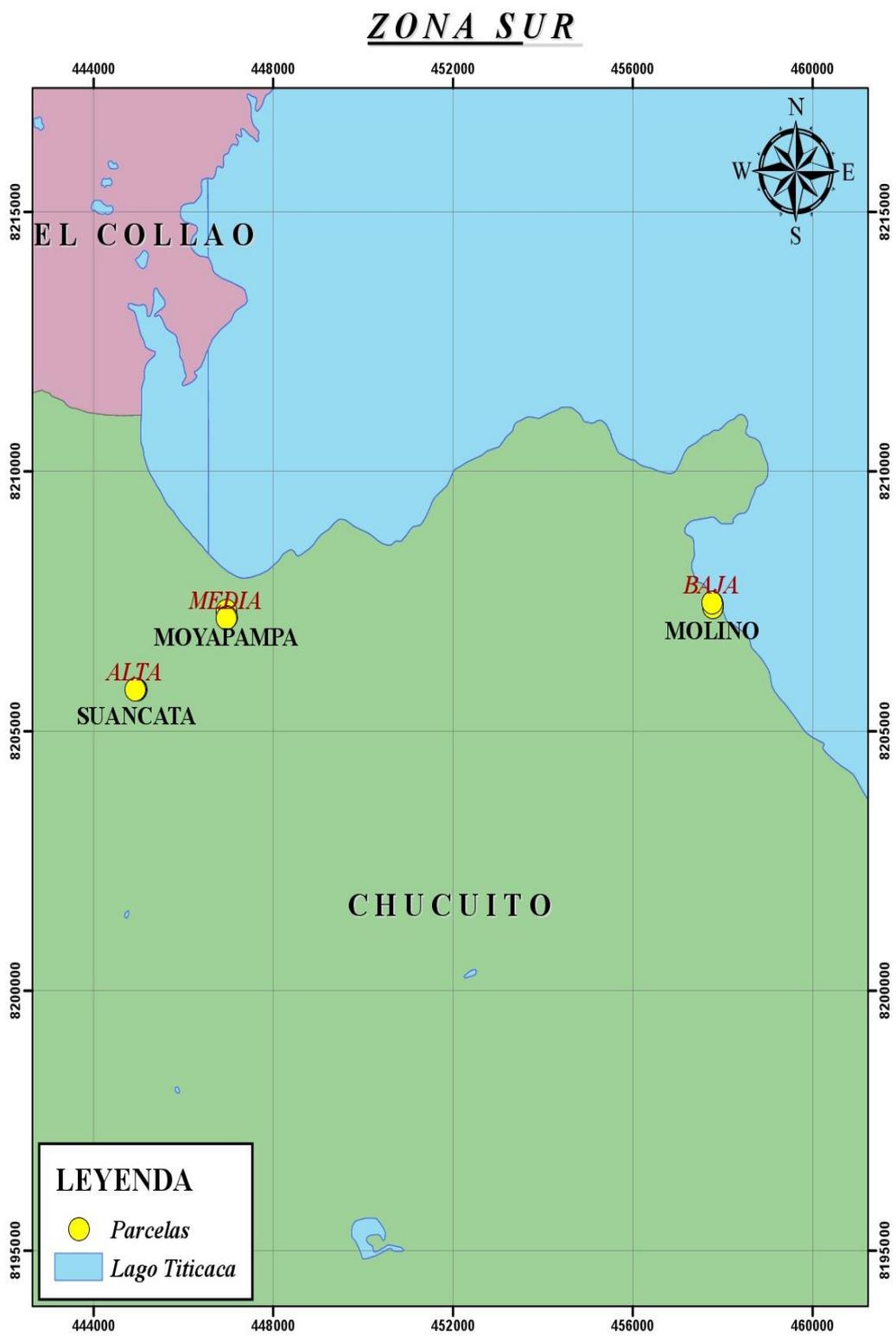


Figura 41. Mapa de los sitios de estudio ubicado en la zona sur.

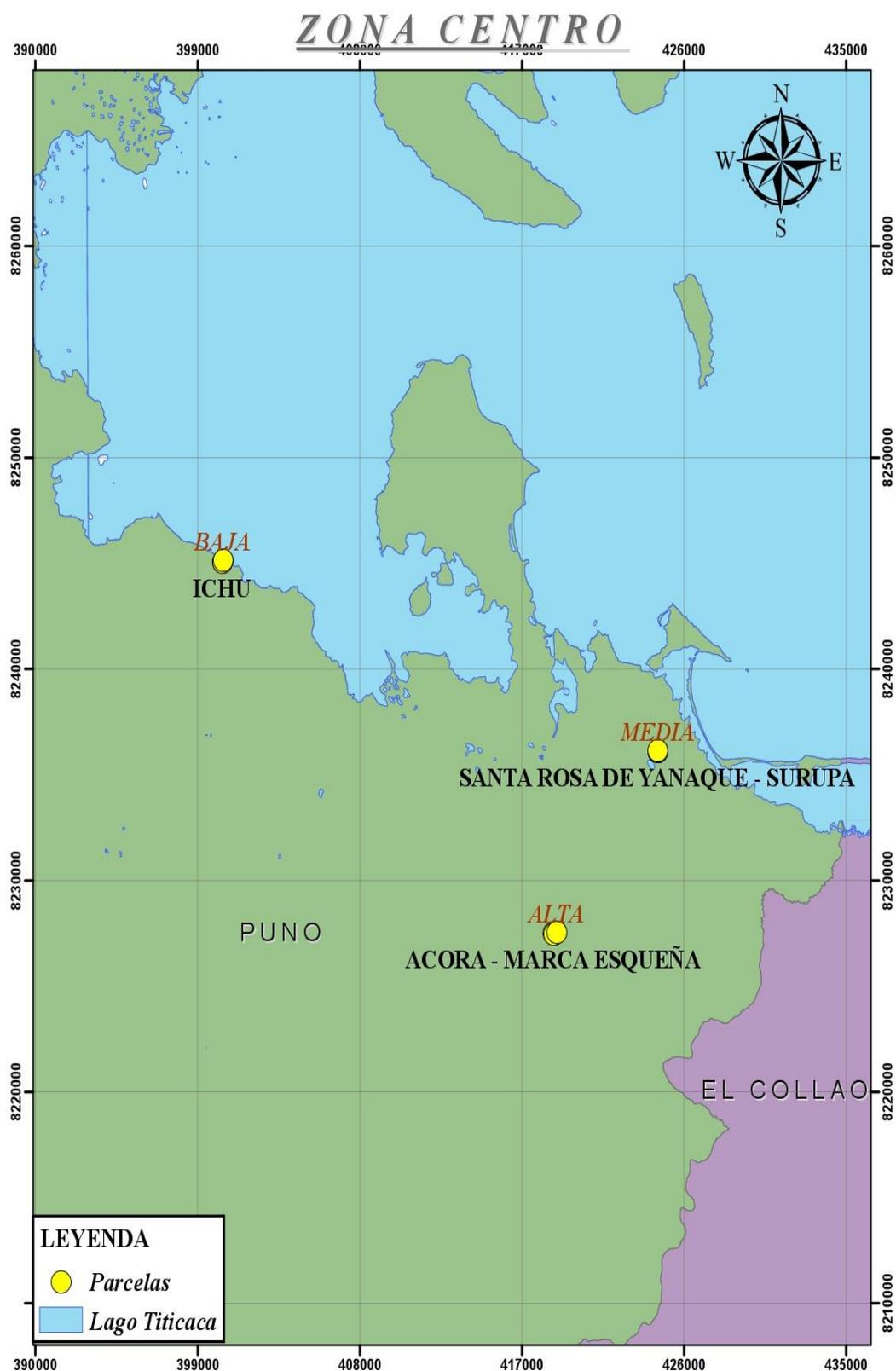


Figura42. Mapa de los sitios de estudio ubicado en la zona centro.



Figura43. Mapa de los sitios de estudio ubicados en la zona norte

**ANEXO 2, Panel fotográfico de actividades en campo y laboratorio.****Figura 44. Evaluación de la incidencia de las diferentes enfermedades de este proyecto.****Figura 45. Plantas de quinua en Surupa, con hojas defoliadas a causa del mildiu.**



**Figura 46. Síntomas de la mancha ojival del tallo, en una planta de quinua. Planta observada en Surupa- Santa Rosa de Yanaque).**



**Figura 47. Síntomas de la mancha ojival del tallo, en una planta de quinua. Planta observada en Molino (Juli).**



**Figura 48.** Síntomas de la mancha ojival del tallo, en una planta de quinua. Plantas observadas en Muni (Huancané).



**Figura 49.** Encargado del proyecto de investigación, en una de las parcelas evaluadas, ubicada en Marca Esqueña (Acora).



**Figura 50. Evaluación de la severidad de daño en el laboratorio de fitopatología, FCA, UNAP.**



**Figura 51. Evaluación de la incidencia de enfermedades en Moyapampa (Juli).**



**Figura 52. Hoja de quinua con presencia de moho verde.**



**Figura 53. Entrevista a un productor en Suancata (Juli).**



**Figura 54. La encargada del proyecto de investigación y la dueña de una de las parcelas en estudio. Suancata (Juli).**

**ANEXO 3. Tablas de ubicación geográfica, promedio de evaluaciones e información meteorológica**

**Tabla 42: Ubicación geográfica de los sitios de estudios, con sus respectivas coordenadas**

| ZONA   | PROVINCIA | DISTRITO | COMUNIDAD | PARCELA | COORD UTM           | LATITUD SUR | LONGITUD OESTE |
|--------|-----------|----------|-----------|---------|---------------------|-------------|----------------|
| NORTE  | HUACANE   | PUSI     | MUNI      | 1       | 19S, 390952-8295409 | -15.415952  | -70.016267     |
|        |           |          |           | 2       | 19S,390962-8295381  | -15.416212  | -70.01618      |
|        |           |          |           | 3       | 19S,392442-8295088  | -15.418917  | -70.002394     |
|        | HUACANE   | PUSI     | PUSI      | 1       | 19S,400328-8293053  | -15.437632  | -69.928993     |
|        |           |          |           | 2       | 19S,400353-8293049  | -15.437678  | -69.928761     |
|        |           |          |           | 3       | 19S,400260-8293273  | -15.435649  | -69.929617     |
|        |           |          |           | 1       | 19S,397391-8300309  | -15.371926  | -69.956062     |
|        |           |          |           | 2       | 19S,397333-8300263  | -15.37234   | -69.956604     |
|        |           |          |           | 3       | 19S,397391-8300313  | -15.371888  | -69.95606      |
| CENTRO | PUNO      | PUNO     | ICHU      | 1       | 19S,400342-8245090  | -15.8712    | -69.930822     |
|        |           |          |           | 2       | 19S,400349-8245061  | -15.87146   | -69.930766     |

|     |       |                                |          |   |                     |            |            |
|-----|-------|--------------------------------|----------|---|---------------------|------------|------------|
|     |       |                                |          | 3 | 19S,400378-8245152  | -15.870638 | -69.930481 |
|     |       |                                |          | 1 | 19S,426498-8236126  | -15.953139 | -69.686811 |
|     | ACORA | SANTA ROSA DE YANAQUE (SURUPA) |          | 2 | 19S,426514-8236116  | -15.953235 | -69.686661 |
|     |       |                                |          | 3 | 19S,426528-8236158  | -15.952852 | -69.686528 |
|     |       |                                |          | 1 | 19S,418712-8227515  | -16.030742 | -69.759855 |
|     | ACORA | MARCA ESQUEÑA                  |          | 2 | 19S,418759-8227458  | -16.031258 | -69.759412 |
|     |       |                                |          | 3 | 19S,418925-8227540  | -16.030519 | -69.757869 |
|     |       |                                |          | 1 | 19S,446941 -8207326 | -16.214018 | -69.496435 |
|     | JULI  | MOYAPAMPA                      |          | 2 | 19S, 446958-8207204 | -16.215125 | -69.496282 |
|     |       |                                |          | 3 | 19S, 449691-8207184 | -16.215307 | -69.495982 |
|     |       |                                | CHUCUITO | 1 | 19S,444951-8205803  | -16.227747 | -69.515096 |
|     | JULI  | SUANCATATA                     |          | 2 | 19S,444930-8205814  | -16.227647 | -69.51529  |
|     |       |                                |          | 3 | 19S,444913-8205803  | -16.22774  | -69.515453 |
| SUR |       |                                |          |   |                     |            |            |



Tabla 43: Promedios de las 3 evaluaciones de incidencia y severidad por enfermedad y en cada sitio de estudio.

| PRIMERA EVALUACION |                 |         |             |             |             |             |               |             |               |             |
|--------------------|-----------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| CP                 | Parcelas        | Plantas | Mildiu      |             | Moho        |             | mancha ojival |             | mancha foliar |             |
|                    |                 |         | inc         | severidad   | inc         | Severidad   | inc           | Severidad   | Inc           | Severidad   |
| MOLINO             | I               |         | 0.40        | 1.93        | 0.40        | 1.03        | 0.10          | 0.03        | 0.00          | 0.00        |
|                    | II              |         | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.50          | 1.03        | 0.00          | 0.00        |
|                    | III             |         | 0.10        | 2.00        | 0.80        | 1.63        | 0.20          | 0.07        | 0.00          | 0.00        |
|                    | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.17</b> | <b>1.31</b> | <b>0.40</b> | <b>0.89</b> | <b>0.27</b>   | <b>0.38</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> |
| SUANCATA           | I               |         | 0.80        | 6.17        | 0.70        | 1.53        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|                    | II              |         | 1.00        | 6.53        | 0.20        | 0.23        | 0.00          | 0.00        | 0.30          | 0.70        |
|                    | III             |         | 0.80        | 5.50        | 0.30        | 0.37        | 0.00          | 0.00        | 0.20          | 0.20        |
|                    | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.87</b> | <b>6.07</b> | <b>0.40</b> | <b>0.71</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.17</b>   | <b>0.30</b> |
| MOYAPAMPA          | I               |         | 0.80        | 6.03        | 0.33        | 0.53        | 0.00          | 0.00        | 0.20          | 0.07        |
|                    | II              |         | 0.50        | 3.17        | 0.20        | 0.87        | 0.00          | 0.00        | 0.10          | 0.03        |
|                    | III             |         | 0.60        | 2.33        | 0.20        | 0.20        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|                    | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.63</b> | <b>3.84</b> | <b>0.24</b> | <b>0.53</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.10</b>   | <b>0.03</b> |
| SURUPA             | I               |         | 1.00        | 7.67        | 0.10        | 0.17        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|                    | II              |         | 0.70        | 6.73        | 0.90        | 1.87        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|                    | III             |         | 0.80        | 4.03        | 0.30        | 1.70        | 0.00          | 0.00        | 0.10          | 0.17        |
|                    | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.83</b> | <b>6.14</b> | <b>0.43</b> | <b>1.24</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.03</b>   | <b>0.06</b> |
| MARCA ESQUEÑA      | I               |         | 1.00        | 10.33       | 1.00        | 1.57        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |

|               |                 |  |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---------------|-----------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| MARCA ESQUEÑA | II              |  | 0.80        | 8.03        | 1.00        | 0.57        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| MARCA ESQUEÑA | III             |  | 1.00        | 5.00        | 0.80        | 0.53        | 0.10        | 0.03        | 0.20        | 0.07        | 0.07        |
|               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.93</b> | <b>7.79</b> | <b>0.93</b> | <b>0.89</b> | <b>0.03</b> | <b>0.01</b> | <b>0.07</b> | <b>0.07</b> | <b>0.02</b> |
| ICHU          | I               |  | 0.90        | 3.40        | 0.20        | 0.40        | 0.10        | 0.03        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| ICHU          | II              |  | 0.90        | 4.17        | 0.30        | 0.37        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| ICHU          | III             |  | 0.90        | 6.17        | 0.10        | 0.17        | 0.10        | 0.00        | 0.10        | 0.10        | 0.03        |
|               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.90</b> | <b>4.58</b> | <b>0.20</b> | <b>0.31</b> | <b>0.07</b> | <b>0.01</b> | <b>0.03</b> | <b>0.03</b> | <b>0.01</b> |
| MUNI          | I               |  | 0.80        | 4.50        | 0.90        | 1.00        | 0.00        | 0.00        | 0.60        | 0.60        | 1.00        |
| MUNI          | II              |  | 1.00        | 6.50        | 0.90        | 1.20        | 0.00        | 0.00        | 0.80        | 0.80        | 0.92        |
| MUNI          | III             |  | 1.00        | 6.73        | 0.30        | 0.57        | 0.20        | 0.50        | 0.20        | 0.20        | 0.07        |
|               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.93</b> | <b>5.91</b> | <b>0.70</b> | <b>0.92</b> | <b>0.07</b> | <b>0.17</b> | <b>0.53</b> | <b>0.53</b> | <b>0.66</b> |
| PUSI          | I               |  | 0.20        | 0.20        | 0.70        | 0.57        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| PUSI          | II              |  | 0.00        | 0.00        | 0.90        | 1.43        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| PUSI          | III             |  | 0.30        | 1.37        | 0.70        | 1.23        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.17</b> | <b>0.52</b> | <b>0.77</b> | <b>1.08</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| HUANCOLLUSCO  | I               |  | 0.90        | 4.30        | 0.80        | 1.27        | 0.00        | 0.00        | 0.40        | 0.40        | 0.30        |
| HUANCOLLUSCO  | II              |  | 0.60        | 4.70        | 0.60        | 1.07        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCOLLUSCO  | III             |  | 0.40        | 2.37        | 0.90        | 1.10        | 0.00        | 0.00        | 0.10        | 0.10        | 0.03        |
|               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.63</b> | <b>3.79</b> | <b>0.77</b> | <b>1.14</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.17</b> | <b>0.17</b> | <b>0.11</b> |

**SEGUNDA EVALUACION**

| DISTRITO | CP            | Parcelas        | Plantas | mildiu      |              | Moho        |             | mancha ojival |             | mancha foliar |             |
|----------|---------------|-----------------|---------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
|          |               |                 |         | inc         | severidad    | inc         | severidad   | Inc           | severidad   | Inc           | Severidad   |
|          |               |                 |         |             |              |             |             |               |             |               |             |
| JULI     | MOLINO        | I               |         | 0.80        | 11.67        | 0.30        | 1.00        | 0.10          | 0.17        | 0.50          | 1.67        |
| JULI     | MOLINO        | II              |         | 0.90        | 5.40         | 0.20        | 2.33        | 0.50          | 0.97        | 0.00          | 0.00        |
| JULI     | MOLINO        | III             |         | 1.00        | 12.03        | 0.30        | 2.33        | 0.10          | 0.17        | 0.20          | 0.50        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.90</b> | <b>9.70</b>  | <b>0.27</b> | <b>1.89</b> | <b>0.23</b>   | <b>0.43</b> | <b>0.23</b>   | <b>0.72</b> |
| JULI     | SUANCATATA    | I               |         | 1.00        | 14.10        | 0.70        | 3.33        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| JULI     | SUANCATATA    | II              |         | 1.00        | 16.20        | 0.70        | 0.90        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| JULI     | SUANCATATA    | III             |         | 1.00        | 15.00        | 0.80        | 0.70        | 0.00          | 0.00        | 0.20          | 0.20        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>1.00</b> | <b>15.10</b> | <b>0.73</b> | <b>1.64</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.07</b>   | <b>0.07</b> |
| JULI     | MOYAPAMPA     | I               |         | 1.00        | 16.60        | 1.00        | 1.40        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| JULI     | MOYAPAMPA     | II              |         | 0.90        | 10.87        | 0.90        | 2.60        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| JULI     | MOYAPAMPA     | III             |         | 1.00        | 15.50        | 0.70        | 1.13        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.97</b> | <b>14.32</b> | <b>0.87</b> | <b>1.71</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> |
| ACORA    | SURUPA        | I               |         | 1.00        | 23.03        | 0.60        | 2.57        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| ACORA    | SURUPA        | II              |         | 1.00        | 18.07        | 0.90        | 1.00        | 0.00          | 0.00        | 0.20          | 0.53        |
| ACORA    | SURUPA        | III             |         | 0.90        | 19.00        | 0.80        | 1.33        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.97</b> | <b>20.03</b> | <b>0.77</b> | <b>1.63</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.07</b>   | <b>0.18</b> |
| ACORA    | MARCA ESQUEÑA | I               |         | 1.00        | 10.73        | 0.90        | 0.47        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |

|          |               |                 |             |              |             |             |             |             |             |             |             |
|----------|---------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ACORA    | MARCA ESQUEÑA | II              | 1.00        | 24.00        | 0.90        | 0.47        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| ACORA    | MARCA ESQUEÑA | III             | 1.00        | 16.57        | 1.00        | 0.93        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> | <b>1.00</b> | <b>17.10</b> | <b>0.93</b> | <b>0.62</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| PUNO     | ICHU          | I               | 0.90        | 12.60        | 0.10        | 0.37        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| PUNO     | ICHU          | II              | 0.60        | 9.87         | 0.40        | 0.37        | 0.20        | 0.07        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| PUNO     | ICHU          | III             | 0.90        | 17.20        | 0.60        | 0.50        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> | <b>0.80</b> | <b>13.22</b> | <b>0.37</b> | <b>0.41</b> | <b>0.07</b> | <b>0.02</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| HUANCANE | MUNI          | I               | 1.00        | 10.57        | 0.70        | 0.37        | 0.10        | 0.03        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | MUNI          | II              | 1.00        | 17.00        | 0.90        | 0.77        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | MUNI          | III             | 0.80        | 9.33         | 0.30        | 0.37        | 0.40        | 1.00        | 0.10        | 0.03        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> | <b>0.93</b> | <b>12.30</b> | <b>0.63</b> | <b>0.50</b> | <b>0.17</b> | <b>0.34</b> | <b>0.03</b> | <b>0.01</b> | <b>0.00</b> |
| HUANCANE | PUSI          | I               | 1.00        | 13.07        | 0.50        | 0.43        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | PUSI          | II              | 1.00        | 15.70        | 0.40        | 0.30        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | PUSI          | III             | 1.00        | 15.83        | 0.70        | 1.67        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> | <b>1.00</b> | <b>14.87</b> | <b>0.53</b> | <b>0.80</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| HUANCANE | HUANCOLLUSCO  | I               | 1.00        | 8.87         | 0.20        | 0.33        | 0.00        | 0.00        | 0.20        | 0.43        | 0.00        |
| HUANCANE | HUANCOLLUSCO  | II              | 1.00        | 13.03        | 0.10        | 0.17        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | HUANCOLLUSCO  | III             | 1.00        | 12.17        | 0.30        | 0.27        | 0.10        | 0.03        | 0.10        | 0.03        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> | <b>1.00</b> | <b>11.36</b> | <b>0.20</b> | <b>0.26</b> | <b>0.03</b> | <b>0.01</b> | <b>0.10</b> | <b>0.16</b> | <b>0.00</b> |

| TERCERA EVALUACION |               |                 |         |             |              |             |             |               |             |               |             |
|--------------------|---------------|-----------------|---------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| DISTRITO           | CP            | Parcelas        | Plantas | mildiu      |              | moho        |             | mancha ojival |             | mancha foliar |             |
|                    |               |                 |         | inc         | severidad    | inc         | severidad   | Inc           | severidad   | Inc           | Severidad   |
| JULI               | MOLINO        | I               |         | 0.50        | 10.97        | 0.10        | 0.33        | 0.50          | 0.90        | 0.00          | 0.00        |
| JULI               | MOLINO        | II              |         | 0.80        | 11.83        | 0.10        | 0.33        | 0.80          | 2.70        | 0.00          | 0.00        |
| JULI               | MOLINO        | III             |         | 1.00        | 7.50         | 0.10        | 1.00        | 0.20          | 0.20        | 0.20          | 0.37        |
|                    |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.77</b> | <b>10.10</b> | <b>0.10</b> | <b>0.56</b> | <b>0.50</b>   | <b>1.27</b> | <b>0.07</b>   | <b>0.12</b> |
| JULI               | SUANCATA      | I               |         | 1.00        | 9.70         | 0.50        | 2.90        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| JULI               | SUANCATA      | II              |         | 1.00        | 7.83         | 0.80        | 2.20        | 0.00          | 0.00        | 0.20          | 0.20        |
| JULI               | SUANCATA      | III             |         | 1.00        | 8.83         | 0.20        | 1.03        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|                    |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>1.00</b> | <b>8.79</b>  | <b>0.50</b> | <b>2.04</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.07</b>   | <b>0.07</b> |
| JULI               | MOYAPAMPA     | I               |         | 1.00        | 11.47        | 0.10        | 0.33        | 0.00          | 0.00        | 0.20          | 0.07        |
| JULI               | MOYAPAMPA     | II              |         | 1.00        | 8.30         | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.00        | 0.10          | 0.03        |
| JULI               | MOYAPAMPA     | III             |         | 1.00        | 6.07         | 0.20        | 0.07        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
|                    |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>1.00</b> | <b>8.61</b>  | <b>0.10</b> | <b>0.13</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> | <b>0.10</b>   | <b>0.03</b> |
| ACORA              | SURUPA        | I               |         | 1.00        | 15.27        | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| ACORA              | SURUPA        | II              |         | 0.50        | 3.23         | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |
| ACORA              | SURUPA        | III             |         | 1.00        | 11.43        | 0.10        | 0.17        | 0.50          | 0.47        | 0.00          | 0.00        |
|                    |               | <b>PROMEDIO</b> |         | <b>0.83</b> | <b>9.98</b>  | <b>0.03</b> | <b>0.06</b> | <b>0.17</b>   | <b>0.16</b> | <b>0.00</b>   | <b>0.00</b> |
| ACORA              | MARCA ESQUEÑA | I               |         | 0.90        | 5.73         | 0.30        | 0.53        | 0.00          | 0.00        | 0.00          | 0.00        |

|          |               |                 |  |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----------|---------------|-----------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ACORA    | MARCA ESQUEÑA | II              |  | 0.50        | 4.40        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| ACORA    | MARCA ESQUEÑA | III             |  | 0.50        | 3.47        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.63</b> | <b>4.53</b> | <b>0.10</b> | <b>0.18</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| PUNO     | ICHU          | I               |  | 0.80        | 4.90        | 0.30        | 0.23        | 0.10        | 0.03        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| PUNO     | ICHU          | II              |  | 0.90        | 5.93        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| PUNO     | ICHU          | III             |  | 0.90        | 5.87        | 0.20        | 0.20        | 0.10        | 0.17        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.87</b> | <b>5.57</b> | <b>0.17</b> | <b>0.14</b> | <b>0.07</b> | <b>0.07</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| HUANCANE | MUNI          | I               |  | 1.00        | 5.53        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | MUNI          | II              |  | 1.00        | 10.90       | 0.10        | 0.17        | 0.20        | 0.50        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | MUNI          | III             |  | 1.00        | 7.37        | 0.40        | 0.57        | 0.60        | 2.50        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>1.00</b> | <b>7.93</b> | <b>0.17</b> | <b>0.24</b> | <b>0.27</b> | <b>1.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| HUANCANE | PUSI          | I               |  | 0.90        | 6.70        | 0.20        | 0.20        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | PUSI          | II              |  | 0.70        | 4.57        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | PUSI          | III             |  | 1.00        | 5.83        | 0.10        | 0.17        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.87</b> | <b>5.70</b> | <b>0.10</b> | <b>0.12</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |
| HUANCANE | HUANCOLLUSCO  | I               |  | 1.00        | 6.83        | 0.10        | 0.03        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | HUANCOLLUSCO  | II              |  | 0.90        | 7.70        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| HUANCANE | HUANCOLLUSCO  | III             |  | 0.90        | 7.00        | 0.00        | 0.00        | 0.10        | 0.17        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|          |               | <b>PROMEDIO</b> |  | <b>0.93</b> | <b>7.18</b> | <b>0.03</b> | <b>0.01</b> | <b>0.03</b> | <b>0.06</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> |

Tabla 44: Temperatura promedio del distrito de puno.

| Años.       | JUL        | AGOT        | SET        | OCT        | NOV        | DIC        | ENE        | FEB        | MAR        | ABRL        | MAY        | JUN        |
|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| 2005-2006   | 7.55       | 7.6         | 9.5        | 10.4       | 10.9       | 11.8       | 10.4       | 11.15      | 11.15      | 9.7         | 7.35       | 6.95       |
| 2006-2007   | 6.3        | 8.25        | 9.2        | 10.75      | 11.5       | 11.7       | 11.75      | 11.45      | 10.4       | 10.2        | 9          | 7.9        |
| 2007-2008   | 7          | 8.55        | 9.3        | 10.5       | 10.4       | 11.15      | 10.8       | 10.65      | 10.3       | 9.35        | 7.55       | 7.45       |
| 2008-2009   | 6.8        | 7.85        | 9          | 10.55      | 11.7       | 10.9       | 10.95      | 11.1       | 10.45      | 9.45        | 6.5        | 6.5        |
| 2009-2010   | 7.5        | 7.6         | 9.95       | 11.15      | 12.15      | 11.95      | 11.85      | 11.95      | 12         | 11.05       | 8.9        | 8.85       |
| 2010-2011   | 7.85       | 9.1         | 10.35      | 11.25      | 11.75      | 11.75      | 11.6       | 10.7       | 10.5       | 9.85        | 8.35       | 7.45       |
| 2011-2012   | 7.3        | 8.85        | 9.5        | 10.65      | 11.75      | 11         | 10.65      | 10.05      | 10.1       | 10          | 8.1        | 7.4        |
| 2012-2013   | 7.35       | 7.9         | 9.3        | 11.25      | 11.8       | 10.7       | 10.85      | 10.9       | 10.85      | 9.35        | 9.15       | 7.65       |
| 2013-2014   | 7.35       | 8.5         | 10.65      | 11.15      | 11.9       | 9.5        | 10.9       | 11.05      | 11.05      | 10.45       | 9.2        | 9          |
| 2014-2015   | 8          | 8.45        | 9.4        | 10.5       | 11.5       | 11.95      | 10.4       | 11.05      | 10.65      | 9.95        | 9.05       | 8.25       |
|             | <b>JUL</b> | <b>AGOT</b> | <b>SET</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b> | <b>DIC</b> | <b>ENE</b> | <b>FEB</b> | <b>MAR</b> | <b>ABRL</b> | <b>MAY</b> | <b>JUN</b> |
| 05-06/14-15 | 7.30       | 8.27        | 9.62       | 10.82      | 11.54      | 11.24      | 11.02      | 11.01      | 10.75      | 9.94        | 8.32       | 7.74       |
| 2015-2016   | 7.55       | 8.40        | 10.15      | 10.80      | 12.10      | 11.85      | 12.30      | 11.75      | 11.95      | 10.55       | 9.50       | 8.25       |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 45: Temperatura promedio del distrito de acora

| Años        | JUL.        | AGOT.        | SET.        | OCT.        | NOV.        | DIC.        | ENE.        | FEB.        | MAR.        | ABRL.        | MAY.        | JUN.        |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 2005-2006   | 6.2         | 7.35         | 8.6         | 9.4         | 9.65        | 9.85        | 9.5         | 9.35        | 9.45        | 9            | 7.7         | 6.35        |
| 2006-2007   | 6.1         | 7.15         | 8.5         | 9.15        | 10.55       | 11.2        | 11.05       | 10.5        | 9.75        | 9.8          | 8.45        | 7.35        |
| 2007-2008   | 6.6         | 7.85         | 8.5         | 9.85        | 9.7         | 10.3        | 9.85        | 9.95        | 9.25        | 8.75         | 6.6         | 6.6         |
| 2008-2009   | 6.35        | 6.95         | 8.8         | 10          | 10.85       | 10          | 10.05       | 10          | 9.55        | 8.8          | 7.75        | 5.25        |
| 2009-2010   | 5.1         | 4.9          | 7.25        | 8.4         | 9.05        | 8.65        | 8.75        | 9.2         | 8.65        | 7.9          | 6.45        | 5.7         |
| 2010-2011   | 4.85        | 6.05         | 7.2         | 9.05        | 10.55       | 10.85       | 10.55       | 9.7         | 9.7         | 9.15         | 7.85        | 7           |
| 2011-2012   | 6.4         | 7.65         | 8.55        | 9.6         | 10.95       | 9.95        | 9.65        | 9.4         | 9.1         | 8.95         | 6.95        | 6.5         |
| 2012-2013   | 6.25        | 7.35         | 8.75        | 10.3        | 11.1        | 10.3        | 9.7         | 10          | 10.25       | 8.75         | 8.5         | 6.9         |
| 2013-2014   | 6.8         | 7.2          | 8.7         | 10.25       | 10.7        | 10.4        | 9.95        | 10.1        | 9.9         | 9.3          | 7.95        | 7.75        |
| 2014-2015   | 6.6         | 7.45         | 8.95        | 9.45        | 10.75       | 10.95       | 9.65        | 10.05       | 9.9         | 9.15         | 7.8         | 7.35        |
|             | <b>JUL.</b> | <b>AGOT.</b> | <b>SET.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b> | <b>ABRL.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> |
| 05-06/14-15 | 6.13        | 6.99         | 8.38        | 9.55        | 10.39       | 10.25       | 9.87        | 9.83        | 9.55        | 8.96         | 7.60        | 6.68        |
| 2015-2016   | 6.55        | 7.65         | 9.30        | 9.75        | 10.85       | 11.10       | 11.55       | 11.25       | 11.00       | 9.60         | 7.75        | 7.00        |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 46: Temperatura promedio del distrito de Juli

| AÑOS        | JUL.        | AGOT.        | SET.        | OCT.        | NOV.        | DIC.        | ENE.        | FEB.        | MAR.        | ABRL.        | MAY.        | JUN.        |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 2005-2006   | 6.35        | 6.15         | 7.85        | 9.25        | 9.65        | 9.9         | 9.2         | 9.65        | 10          | 9.05         | 6.5         | 5.8         |
| 2006-2007   | 5.7         | 7.05         | 7.55        | 9.55        | 10.1        | 10.35       | 10.45       | 9.9         | 9.45        | 9.3          | 7.6         | 7           |
| 2007-2008   | 5.85        | 7.45         | 8.15        | 9.4         | 9.2         | 9.7         | 9.5         | 9.65        | 9.2         | 8.2          | 6.05        | 6.15        |
| 2008-2009   | 5.6         | 6.25         | 7.95        | 9.45        | 10.6        | 9.6         | 9.8         | 9.75        | 9.25        | 8.45         | 7.4         | 5           |
| 2009-2010   | 6.05        | 6.35         | 8.7         | 10.1        | 10.95       | 10.2        | 10.55       | 10.9        | 10.6        | 9.7          | 8.1         | 7.7         |
| 2010-2011   | 6.15        | 7.4          | 8.65        | 9.4         | 10          | 10.2        | 9.9         | 9.05        | 9.45        | 8.7          | 7.4         | 6.65        |
| 2011-2012   | 5.8         | 7.4          | 7.9         | 8.95        | 10.3        | 9.65        | 9.25        | 9.1         | 9.25        | 9.15         | 7.25        | 6.5         |
| 2012-2013   | 6.15        | 6.55         | 8.1         | 9.75        | 10.45       | 9.85        | 9.79        | 9.665       | 10.07125    | 9.365        | 7.33375     | 6.03        |
| 2013-2014   | 5.8275      | 6.50375      | 8.45        | 9.545       | 10.28375    | 9.765       | 9.6         | 9.8         | 9.8         | 9.65         | 7.85        | 7.25        |
| 2014-2015   | 6.7         | 7.4          | 8.65        | 9.3         | 10.5        | 10.55       | 9.2         | 9.75        | 9.6         | 9.05         | 7.15        | 7.05        |
|             | <b>JUL.</b> | <b>AGOT.</b> | <b>SET.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b> | <b>ABRL.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> |
| 05-04/14-15 | 6.02        | 6.85         | 8.20        | 9.47        | 10.20       | 9.98        | 9.72        | 9.72        | 9.67        | 9.06         | 7.26        | 6.51        |
| 2015-2016   | 6.10        | 7.10         | 8.50        | 9.20        | 10.55       | 10.50       | 10.95       | 10.65       | 10.95       | 9.50         | 7.60        | 6.45        |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 47: Temperatura promedio de la provincia de Huancané.

| Años        | JUL.        | AGOT.        | SET.        | OCT.        | NOV.        | DIC.        | ENE.        | FEB.        | MAR.        | ABRL.        | MAY.        | JUN.        |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 2005-2006   | 2.35        | 2.80         | 6.35        | 8.80        | 10.00       | 10.10       | 9.15        | 10.10       | 10.05       | 8.35         | 5.65        | 5.30        |
| 2006-2007   | 3.95        | 7.05         | 8.00        | 9.80        | 10.00       | 10.70       | 10.65       | 10.22       | 9.70        | 9.15         | 7.75        | 5.60        |
| 2007-2008   | 5.35        | 6.65         | 8.50        | 9.15        | 9.20        | 9.65        | 9.60        | 9.35        | 8.55        | 7.90         | 5.05        | 4.95        |
| 2008-2009   | 4.15        | 5.30         | 7.65        | 9.70        | 10.45       | 9.65        | 9.80        | 9.55        | 9.20        | 8.10         | 6.75        | 4.10        |
| 2009-2010   | 5.45        | 5.20         | 8.65        | 9.80        | 11.05       | 10.80       | 10.45       | 11.00       | 10.00       | 8.90         | 7.35        | 6.40        |
| 2010-2011   | 5.05        | 5.90         | 8.05        | 9.75        | 9.70        | 10.15       | 10.05       | 9.45        | 8.90        | 8.20         | 6.30        | 5.00        |
| 2011-2012   | 4.85        | 6.05         | 7.55        | 8.80        | 10.15       | 9.60        | 9.30        | 8.70        | 8.65        | 8.30         | 5.35        | 4.80        |
| 2012-2013   | 4.05        | 4.40         | 7.80        | 9.80        | 10.50       | 10.30       | 9.95        | 10.00       | 10.20       | 7.95         | 7.45        | 5.20        |
| 2013-2014   | 5.25        | 5.80         | 7.40        | 9.45        | 9.85        | 10.15       | 9.55        | 9.70        | 9.60        | 8.80         | 6.65        | 6.00        |
| 2014-2015   | 5.55        | 6.10         | 8.75        | 8.95        | 9.85        | 10.40       | 9.25        | 9.60        | 9.35        | 8.75         | 6.95        | 5.65        |
|             | <b>JUL.</b> | <b>AGOT.</b> | <b>SET.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b> | <b>ABRL.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> |
| 05-04/14-15 | 4.60        | 5.53         | 7.87        | 9.40        | 10.08       | 10.15       | 9.78        | 9.77        | 9.42        | 8.44         | 6.53        | 5.30        |
| 2015-2016   | 4.95        | 6.00         | 8.25        | 8.50        | 10.35       | 10.25       | 10.45       | 10.50       | 10.35       | 8.75         | 8.65        | 4.85        |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 48: Precipitaciones pluviales promedio del distrito de Puno.

| Años        | JUL.        | AGOT.        | SET.        | OCT.        | NOV.        | DIC.        | ENE.        | FEB.        | MAR.        | ABRL.        | MAY.        | JUN.        |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 2005-2006   | 0.0         | 0.0          | 11.8        | 39.5        | 80.5        | 100.8       | 291.1       | 64.3        | 159.6       | 44.6         | 0.9         | 0.0         |
| 2006-2007   | 0.0         | 0.6          | 21.2        | 37.4        | 53.8        | 101.5       | 84.8        | 171.0       | 236.7       | 49.7         | 10.6        | 0.0         |
| 2007-2008   | 3.3         | 1.6          | 61.3        | 77.0        | 44.2        | 74.1        | 209.7       | 85.8        | 95.0        | 8.4          | 6.8         | 1.4         |
| 2008-2009   | 0.2         | 0.8          | 2.4         | 79.4        | 27.2        | 144.2       | 154.0       | 136.1       | 148.3       | 83.0         | 0.4         | 0.0         |
| 2009-2010   | 2.5         | 0.0          | 16.4        | 56.4        | 88.9        | 62.5        | 99.3        | 192.8       | 56.3        | 12.3         | 16.1        | 0.0         |
| 2010-2011   | 0.0         | 7.1          | 2.9         | 33.4        | 15.0        | 146.7       | 122.4       | 202.9       | 116.5       | 46.8         | 4.8         | 0.0         |
| 2011-2012   | 6.4         | 0.2          | 45.8        | 25.7        | 45.3        | 151.3       | 135.4       | 294.8       | 209.9       | 59.5         | 0.0         | 0.2         |
| 2012-2013   | 0.0         | 5.6          | 9.8         | 7.6         | 69.5        | 157.8       | 153.0       | 175.8       | 100.0       | 14.3         | 22.4        | 12.5        |
| 2013-2014   | 1.5         | 4.5          | 11.6        | 32.9        | 61.4        | 117.1       | 147.0       | 107.7       | 60.5        | 40.8         | 0.1         | 0.0         |
| 2014-2015   | 0.2         | 28.9         | 66.9        | 45.2        | 29.8        | 90.6        | 96.4        | 120.0       | 187.0       | 114.1        | 0.2         | 0.0         |
|             | <b>JUL.</b> | <b>AGOT.</b> | <b>SET.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b> | <b>ABRL.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> |
| 05-06/14-15 | 1.4         | 4.9          | 25.0        | 43.5        | 51.6        | 114.7       | 149.3       | 155.1       | 137.0       | 47.4         | 6.2         | 1.4         |
| 2015-2016   | 1.8         | 4.0          | 54.5        | 41.5        | 23.2        | 59.4        | 79.7        | 202.6       | 9.8         | 57.5         | 0.5         | 2.0         |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 49: Precipitaciones pluviales promedio del distrito de Acora

| Años        | JUL.        | AGOT.        | SET.        | OCT.        | NOV.        | DIC.        | ENE.        | FEB.        | MAR.        | ABRL.        | MAY.        | JUN.        |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 2007-2008   | 8.6         | 8.2          | 108.3       | 53.5        | 66.5        | 96.4        | 259.3       | 101.8       | 97.0        | 6.7          | 8.5         | 3.8         |
| 2008-2009   | 3.0         | 4.0          | 2.4         | 81.4        | 17.5        | 139.2       | 133.6       | 135.9       | 130.0       | 69.7         | 0.0         | 0.0         |
| 2009-2010   | 3.8         | 0.0          | 29.6        | 95.7        | 124.2       | 78.7        | 213.8       | 161.7       | 96.9        | 26.5         | 18.3        | 0.0         |
| 2010-2011   | 0.0         | 8.6          | 4.8         | 68.3        | 0.0         | 126.3       | 117.2       | 290.3       | 163.4       | 23.1         | 26.4        | 0.0         |
| 2011-2012   | 8.8         | 0.0          | 59.8        | 25.6        | 45.0        | 192.1       | 155.3       | 308.9       | 175.7       | 106.4        | 0.0         | 0.0         |
| 2012-2013   | 0.0         | 16.0         | 15.3        | 27.3        | 29.4        | 220.4       | 179.7       | 179.1       | 94.0        | 4.5          | 20.9        | 15.0        |
| 2013-2014   | 29.4        | 16.9         | 13.7        | 47.2        | 58.1        | 161.8       | 206.6       | 88.9        | 94.6        | 22.3         | 0.0         | 0.0         |
| 2014-2015   | 2.2         | 40.1         | 72.8        | 62.2        | 23.2        | 93.2        | 161.3       | 180.0       | 19.6        | 133.3        | 7.2         | 0.0         |
|             | <b>JUL.</b> | <b>AGOT.</b> | <b>SET.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b> | <b>ABRL.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> |
| 05-06/14-15 | 7.0         | 11.7         | 38.3        | 57.7        | 45.5        | 138.5       | 178.4       | 180.8       | 108.9       | 49.1         | 10.2        | 2.4         |
| 2015-2016   | 2.8         | 13.9         | 29.5        | 83.2        | 51.3        | 46.6        | 74.5        | 169.6       | 26.8        | 90.0         | 7.2         | 2.8         |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 50: Precipitaciones pluviales promedio del distrito de Juli.

| Años        | JUL.        | AGOT.        | SET.        | OCT.        | NOV.        | DIC.        | ENE.        | FEB.        | MAR.        | ABRL.        | MAY.        | JUN.        |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 2005-2006   | 0.0         | 1.0          | 24.7        | 61.2        | 54.0        | 164.2       | 347.2       | 196.8       | 174.1       | 44.6         | 7.1         | 3.3         |
| 2006-2007   | 0.0         | 2.3          | 13.9        | 43.5        | 113.6       | 93.9        | 99.1        | 136.4       | 231.3       | 99.6         | 6.6         | 1.2         |
| 2007-2008   | 8.3         | 5.1          | 30.4        | 44.4        | 30.3        | 156.9       | 284.7       | 109.5       | 88.7        | 44.4         | 0.8         | 2.5         |
| 2008-2009   | 1.2         | 0.5          | 0.7         | 52.0        | 15.9        | 177.3       | 161.7       | 210.5       | 170.1       | 77.0         | 0.0         | 0.0         |
| 2009-2010   | 6.6         | 0.0          | 54.0        | 34.0        | 125.9       | 128.5       | 236.2       | 217.6       | 107.0       | 25.1         | 42.5        | 0.0         |
| 2010-2011   | 0.0         | 9.1          | 4.2         | 17.6        | 13.1        | 117.0       | 254.1       | 288.1       | 216.6       | 45.3         | 6.4         | 0.0         |
| 2011-2012   | 12.0        | 3.6          | 56.0        | 21.8        | 60.7        | 284.6       | 224.9       | 339.6       | 239.7       | 79.0         | 0.0         | 1.2         |
| 2012-2013   | 1.3         | 1.5          | 5.4         | 17.7        | 33.2        | 241.0       | 166.0       | 210.5       | 110.9       | 12.2         | 33.7        | 40.4        |
| 2013-2014   | 9.1         | 10.2         | 2.1         | 73.0        | 59.4        | 165.0       | 278.8       | 103.5       | 67.3        | 40.0         | 5.7         | 0.0         |
| 2014-2015   | 2.0         | 39.2         | 69.8        | 44.8        | 47.3        | 87.5        | 114.8       | 251.8       | 6.7         | 80.9         | 4.1         | 3.1         |
|             | <b>JUL.</b> | <b>AGOT.</b> | <b>SET.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b> | <b>ABRL.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> |
| 05-06/14-15 | 4.1         | 7.3          | 26.1        | 41.0        | 55.3        | 161.6       | 216.8       | 206.4       | 141.2       | 54.8         | 10.7        | 5.2         |
| 2015-2016   | 4.5         | 5.4          | 7.6         | 50.5        | 51.1        | 125.0       | 216.75      | 206.49      | 141.24      | 54.81        | 10.69       | 5.17        |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 51: Temperatura promedio de la provincia de Huancané.

| Años        | JUL.        | AGOT.        | SET.        | OCT.        | NOV.        | DIC.        | ENE.        | FEB.        | MAR.        | ABRL.        | MAY.        | JUN.        |
|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 2005-2006   | 0.0         | 5.2          | 28.0        | 75.5        | 31.5        | 94.2        | 224.3       | 31.1        | 76.7        | 39.3         | 0.5         | 1.5         |
| 2006-2007   | 0.0         | 3.8          | 23.1        | 55.9        | 51.3        | 113.2       | 137.9       | 97.4        | 122.8       | 64.0         | 5.2         | 0.0         |
| 2007-2008   | 2.2         | 0.7          | 83.1        | 7.6         | 58.1        | 119.4       | 134.3       | 76.6        | 61.8        | 5.1          | 8.7         | 0.0         |
| 2008-2009   | 0.0         | 0.0          | 5.5         | 48.5        | 32.7        | 212.2       | 80.1        | 113.3       | 42.9        | 9.3          | 0.5         | 0.0         |
| 2009-2010   | 3.2         | 0.0          | 12.6        | 13.1        | 58.8        | 100.0       | 156.2       | 112.5       | 38.8        | 21.2         | 24.6        | 0.0         |
| 2010-2011   | 0.0         | 0.0          | 0.6         | 47.3        | 0.7         | 118.8       | 68.8        | 151.3       | 109.9       | 16.0         | 10.5        | 0.0         |
| 2011-2012   | 5.6         | 1.4          | 31.7        | 33.4        | 22.5        | 118.5       | 143.2       | 130.0       | 140.4       | 40.0         | 0.2         | 0.0         |
| 2012-2013   | 0.3         | 1.6          | 11.5        | 21.4        | 27.2        | 136.9       | 147.9       | 216.6       | 31.4        | 13.7         | 19.2        | 7.4         |
| 2013-2014   | 12.1        | 12.1         | 2.5         | 89.6        | 44.4        | 155.7       | 139.7       | 174.7       | 63.7        | 32.5         | 15.7        | 0.8         |
| 2014-2015   | 14.1        | 12.5         | 61.7        | 45.6        | 8.4         | 116.4       | 128.8       | 102.0       | 45.0        | 57.8         | 5.1         | 2.0         |
|             | <b>JUL.</b> | <b>AGOT.</b> | <b>SET.</b> | <b>OCT.</b> | <b>NOV.</b> | <b>DIC.</b> | <b>ENE.</b> | <b>FEB.</b> | <b>MAR.</b> | <b>ABRL.</b> | <b>MAY.</b> | <b>JUN.</b> |
| 05-06/14-15 | 3.8         | 3.7          | 26.0        | 43.8        | 33.6        | 128.5       | 136.1       | 120.6       | 73.3        | 29.9         | 9.0         | 1.2         |
| 2015-2016   | 2.4         | 18.8         | 31.3        | 40.6        | 64.0        | 119.4       | 106.2       | 236.5       | 14          | 53           | 0.6         | 0           |

Fuente: SENAMHI (2017)

Tabla 52: Producción de quinua en los sitios de estudio. (Toneladas)

| Campaña agrícola | PROVINCIA DE CHUCUITO | PROVINCIA DE PUNO | PROV DE HUANCANE |
|------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| 2005/2006        | 4,130                 | 3,018             | 1,780.00         |
| 2006/2007        | 3,797                 | 3,436             | 2,090.00         |
| 2007/2008        | 3,728                 | 3,397             | 1,712.00         |
| 2008/2009        | 4,056                 | 4,143             | 2,713.00         |
| 2009/2010        | 3,961                 | 4,971             | 2,738.00         |
| 2010/2011        | 4,105                 | 5,245             | 3,025.00         |
| 2011/2012        | 3,531                 | 5,365             | 2,850.00         |
| 2012/2013        | 2,232                 | 4,512             | 2,908.00         |
| 2013/2014        | 3,926                 | 5,378             | 3,587.00         |
| 2014/2015        | 3,757                 | 5,490             | 4,202.00         |
| 2015/2016        | 3,440                 | 4,805             | 3,785.80         |

Tabla 53: Producción de quinua (T) en el departamento de Puno

| Campaña agrícola | Producción Departamento de Puno |
|------------------|---------------------------------|
| 2000/2001        | 15,484.00                       |
| 2001/2002        | 24,902.00                       |
| 2002/2003        | 24,542.00                       |
| 2003/2004        | 22,102.00                       |
| 2004/2005        | 27,719.00                       |
| 2005/2006        | 24,652.00                       |
| 2006/2007        | 25,667.00                       |
| 2007/2008        | 22,801.00                       |
| 2008/2009        | 31,178.00                       |
| 2009/2010        | 31,946.00                       |
| 2010/2011        | 32,743.25                       |
| 2011/2012        | 30,179.00                       |
| 2012/2013        | 29,331.30                       |
| 2013/2014        | 36,157.69                       |
| 2014/2015        | 38,220.86                       |
| 2015/2016        | 35,166.00                       |

**Tabla 54: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del mildiu en la segunda evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Huancollusco – H  | 1.00                       | 5.74                                       | a                |
| 2               | Suancata – J      | 1.00                       | 5.74                                       | a                |
| 3               | Marca Esqueña – P | 1.00                       | 5.74                                       | a                |
| 4               | Pusi – H          | 1.00                       | 5.74                                       | a                |
| 5               | Moyapampa – J     | 0.97                       | 5.64                                       | a                |
| 6               | Surupa – P        | 0.97                       | 5.64                                       | a                |
| 7               | Muni – H          | 0.93                       | 5.54                                       | a                |
| 8               | Molino – J        | 0.90                       | 5.44                                       | a                |
| 9               | Ichu – P          | 0.80                       | 5.11                                       | a                |

**Tabla 55: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del mildiu en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Moyapampa – J     | 1.00                       | 5.74                                       | a                |
| 2               | Muni – H          | 1.00                       | 5.74                                       | a                |
| 3               | Suancata – J      | 1.00                       | 5.74                                       | a                |
| 4               | Huancollusco – H  | 0.93                       | 5.54                                       | a                |
| 5               | Ichu – P          | 0.87                       | 5.34                                       | a                |
| 6               | Pusi – H          | 0.87                       | 5.33                                       | a                |
| 7               | Surupa – P        | 0.83                       | 5.18                                       | a                |
| 8               | Molino – J        | 0.77                       | 4.97                                       | a                |
| 9               | Marca Esqueña – P | 0.63                       | 4.51                                       | a                |

**Tabla 56: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del moho verde en la primera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Marca Esqueña – P | 0.93                       | 5.54                                       | a                |
| 2               | Pusi – H          | 0.77                       | 5.01                                       | a                |
| 3               | Huancollusco – H  | 0.77                       | 5.00                                       | a                |
| 4               | Muni – H          | 0.70                       | 4.67                                       | a                |
| 5               | Suancata – J      | 0.43                       | 3.50                                       | a                |
| 6               | Surupa – P        | 0.40                       | 3.46                                       | a                |
| 7               | Molino – J        | 0.40                       | 2.92                                       | a                |
| 8               | Moyapampa – J     | 0.24                       | 2.81                                       | a                |
| 9               | Ichu – P          | 0.20                       | 2.50                                       | a                |

**Tabla 57: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia del moho en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Suancata – J      | 0.50                       | 3.913                                      | a                |
| 2               | Ichu – P          | 0.17                       | 1.900                                      | a                |
| 3               | Muni – H          | 0.17                       | 1.813                                      | a                |
| 4               | Molino – J        | 0.10                       | 1.810                                      | a                |
| 5               | Moyapampa – J     | 0.10                       | 1.457                                      | a                |
| 6               | Pusi – H          | 0.10                       | 1.457                                      | a                |
| 7               | Marca Esqueña – P | 0.10                       | 1.047                                      | a                |
| 8               | Huancollusco – H  | 0.03                       | 0.603                                      | a                |
| 9               | Surupa – P        | 0.03                       | 0.603                                      | a                |

**Tabla 58: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha foliar en la segunda evaluación.**

| Orden de merito | Localidad         | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Molino – J        | 0.23                       | 2.20                                       | a                |
| 2               | Huancollusco – H  | 0.10                       | 1.46                                       | a                |
| 3               | Surupa – P        | 0.07                       | 0.85                                       | a                |
| 4               | Suancata – J      | 0.07                       | 0.85                                       | a                |
| 5               | Muni – H          | 0.03                       | 0.60                                       | a                |
| 6               | Marca Esqueña – P | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 7               | Pusi – H          | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 8               | Ichu – P          | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 9               | Moyapampa – J     | 0.00                       | 0.00                                       | a                |

**Tabla 59: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la incidencia de la mancha foliar en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de incidencia (%) | Promedio de incidencia (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|----------------------------|--|------------------|
| 1               | Moyapampa     | 0.10                       | 1.46                                       | a                |
| 2               | Molino        | 0.07                       | 0.85                                       | a                |
| 3               | Suancata      | 0.07                       | 0.85                                       | a                |
| 4               | Marca Esqueña | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 5               | Huancollusco  | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 6               | Ichu          | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 7               | Pusi          | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 8               | Muni          | 0.00                       | 0.00                                       | a                |
| 9               | Surupa        | 0.00                       | 0.00                                       | a                |

**Tabla 60: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del mildiu en la segunda evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Surupa        | 20.03                     | 26.56                                     | a                |
| 2               | Marca Esqueña | 17.10                     | 24.16                                     | a b              |
| 3               | Suancata      | 15.10                     | 22.86                                     | a b              |
| 4               | Pusi          | 14.87                     | 22.66                                     | a b              |
| 5               | Moyapampa     | 14.32                     | 22.16                                     | a b              |
| 6               | Ichu          | 13.22                     | 21.20                                     | a b              |
| 7               | Muni          | 12.30                     | 20.37                                     | a b              |
| 8               | Huancollusco  | 11.36                     | 19.63                                     | a b              |
| 9               | Molino        | 9.70                      | 17.90                                     | b                |

**Tabla 61: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del mildiu en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Molino        | 10.10                     | 18.45                                     | a                |
| 2               | Surupa        | 9.98                      | 17.71                                     | a                |
| 3               | Suancata      | 8.79                      | 17.23                                     | a                |
| 4               | Moyapampa     | 8.61                      | 16.93                                     | a                |
| 5               | Muni          | 7.93                      | 16.21                                     | a                |
| 6               | Huancollusco  | 7.17                      | 15.53                                     | a                |
| 7               | Pusi          | 5.70                      | 13.77                                     | a                |
| 8               | Ichu          | 5.57                      | 13.64                                     | a                |
| 9               | Marca Esqueña | 4.53                      | 12.23                                     | a                |

**Tabla 62: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del moho en la primera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Huancollusco  | 0.93                      | 6.14                                      | a                |
| 2               | Surupa        | 0.77                      | 5.89                                      | a                |
| 3               | Pusi          | 0.77                      | 5.86                                      | a                |
| 4               | Muni          | 0.70                      | 5.45                                      | a                |
| 5               | Marca Esqueña | 0.43                      | 5.23                                      | a                |
| 6               | Suancata      | 0.40                      | 4.45                                      | a                |
| 7               | Molino        | 0.40                      | 4.39                                      | a                |
| 8               | Moyapampa     | 0.24                      | 4.03                                      | a                |
| 9               | Ichu          | 0.20                      | 3.15                                      | a                |

**Tabla 63: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad del moho en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Suancata      | 2.04                      | 8.05                                      | a                |
| 2               | Molino        | 0.55                      | 4.12                                      | b                |
| 3               | Muni          | 0.25                      | 2.22                                      | b                |
| 4               | Ichu          | 0.18                      | 1.78                                      | b                |
| 5               | Pusi          | 0.14                      | 1.63                                      | b                |
| 6               | Moyapampa     | 0.13                      | 1.60                                      | b                |
| 7               | Marca Esqueña | 0.12                      | 1.40                                      | b                |
| 8               | Surupa        | 0.06                      | 0.78                                      | b                |
| 9               | Huancollusco  | 0.01                      | 0.35                                      | b                |

**Tabla 64: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha ojival del tallo en la primera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Molino        | 0.38                      | 2.79                                      | a                |
| 2               | Muni          | 0.17                      | 1.35                                      | a                |
| 3               | Marca Esqueña | 0.01                      | 0.35                                      | a                |
| 4               | Ichu          | 0.01                      | 0.35                                      | a                |
| 5               | Huancollusco  | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 6               | Moyapampa     | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 7               | Pusi          | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 8               | Suancata      | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 9               | Surupa        | 0.00                      | 0.00                                      | a                |

**Tabla 65: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha foliar en la segunda evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Molino        | 0.72                      | 3.82                                      | a                |
| 2               | Huancollusco  | 0.18                      | 1.61                                      | a                |
| 3               | Surupa        | 0.15                      | 1.40                                      | a                |
| 4               | Suancata      | 0.07                      | 0.85                                      | a                |
| 5               | Muni          | 0.01                      | 0.35                                      | a                |
| 6               | Marca Esqueña | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 7               | Pusi          | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 8               | Ichu          | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 9               | Moyapampa     | 0.00                      | 0.00                                      | a                |

**Tabla 66: Prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), sobre la severidad de la mancha foliar en la tercera evaluación.**

| Orden de merito | Localidad     | Promedio de severidad (%) | Promedio de severidad (valores angulares) | Sig. $\leq 0.05$ |
|-----------------|---------------|---------------------------|---|------------------|
| 1               | Molino        | 0.12                      | 1.16                                      | a                |
| 2               | Suancata      | 0.07                      | 0.85                                      | a                |
| 3               | Moyapampa     | 0.03                      | 0.84                                      | a                |
| 4               | Marca Esqueña | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 5               | Huancollusco  | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 6               | Ichu          | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 7               | Pusi          | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 8               | Muni          | 0.00                      | 0.00                                      | a                |
| 9               | Surupa        | 0.00                      | 0.00                                      | a                |