

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DOS VARIANTES DE  
SOLARIZACIÓN PARA EL CONTROL DE *Ralstonia solanacearum* EN EL  
CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA COMUNIDAD LA  
HUERTA MUNICIPIO PADCAYA”**

**Por:**

**COLQUE GUTIERREZ ELIZA**

Tesis de grado presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica.

**TARIJA – BOLIVIA**  
**GESTIÓN - 2022**

V°B°

---

M.Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López

**PROFESOR GUÍA**

---

M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

---

M. Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

---

M.Sc. Ing. Mirian Torrico Aparicio  
**TRIBUNAL**

---

M.Sc. Ing. Wilmar Villena Cardozo  
**TRIBUNAL**

---

M.Sc. Ing. Omar Gutierrez Catari  
**TRIBUNAL**

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad únicamente del (la) autor (a)

## **DEDICATORIA**

Llena de regocijo y de esperanza el presente trabajo de investigación va dedicado, a Dios, todo poderoso por darme la vida y guiar mis pasos día a día, por haberme dado las fuerzas, la sabiduría, el ánimo, para poder cumplir una de mis metas

A mi padre Nicolas Lucio Colque que fue el pilar fundamental y el apoyo incondicional en el transcurso de toda mi formación profesional, por confiar en mí y permitirme ser parte de su orgullo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme dado la dicha de poder vivir este momento, por haberme guiado y dado la fortaleza en los momentos más difíciles para seguir adelante.

A mis Padres y Hermanos en especial a mi hermana Silma, a Maribel a José Elías por el apoyo incondicional, comprensión, sacrificio, esfuerzo y amor a lo largo de mi formación profesional.

A toda mi familia, en especial a mi tío Fortunato Inca y a mi prima Senovia Contreras por brindarme su apoyo, motivación por sus consejos, y cariño.

A personas especiales, a la Lic. Daniela Sarmiento, Miguel Flores y Marcelo Jiménez, que siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza.

A mis amigos, Delina, Franz, Jaqueline por su amistad y apoyo durante todo este proceso de investigación.

A mi universidad Juan Misael Saracho, a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales por haberme aceptado, por ser parte de ella y haber abierto sus puertas para poder estudiar la maravillosa carrera de Ingeniería Agronómica.

De manera especial agradecer a mi tutor de tesis Ing. Victor Enrique Zenteno a mis tribunales Ing. Omar Gutierrez, al Ing Wilmar Villena por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento y por haberme tenido la suficiente paciencia.

Y para finalizar agradecer a todos mis docentes durante el transcurso de estos años, por haberme enriquecido, con su conocimiento y su apoyo para seguir hasta el final.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
1.1.Origen.....	5
1.2.Taxonomía de la papa.....	5
<b>1.3.DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y MORFOLÓGICA DEL CULTIVO...</b>	<b>6</b>
1.3.1. Raíces.....	6
1.3.2. Tallos.....	6
1.3.3. Estolones: .....	6
1.3.4. Tubérculos: .....	6
1.3.5. Brotes: .....	6
1.3.6. Hojas: .....	7
1.3.7. Flor: .....	7
1.3.8. Fruto: .....	7
1.3.9. Semilla.....	7
1.2. Época de siembra.....	8
1.2.2. Densidad de siembra.....	8
1.2.3. Cosecha y rendimientos.....	8
1.3. Requerimientos de producción.....	8
1.3.1. Clima .....	8
1.3.2. Temperatura. ....	9

1.3.3. Altitud. ....	9
1.3.4. Suelo.....	9
1.4. Pendiente del terreno. ....	10
1.4.1. Recomendaciones de fertilización para el cultivo de papa, en base a la interpretación de los resultados del suelo.....	10
1.4.2. Aplicación de abono orgánico y fertilización.....	10
1.5. Riego.....	11
1.6. Aporque.....	11
1.7. Control de malezas.....	11
1.2. Principales Países productores de papa de Latinoamérica.....	12
1.3. Importancia económica de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	12
1.3.1. Etapas del ciclo de vida de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....	13
1.3.2. Prospección y diagnóstico.....	14
1.4. Síntomas en el follaje.....	14
1.4.1. Marchitez unilateral y total de la planta de papa.....	14
1.4.5. Síntomas en el tubérculo .....	15
1.4.6. Exudado bacteriano en los ojos del tubérculo.....	15
1.4.7. Exudado bacteriano del anillo vascular.....	15
1.4.8. Necrosis por infección secundaria.....	15
1.4.9. Diagnóstico en campo .....	15
1.5. Prueba del flujo bacteriano.....	15
1.5.1. Prueba de KOH.....	16
1.5.2. Identificación en laboratorio.....	16
1.6. Manejo integrado de la marchitez bacteriana.....	17
1.6.1. Cuarentena.....	18
1.6.2. Evitar el transporte de tubérculos-semilla infectados a zonas no contaminadas.....	18
1.6.3. Definición de una estrategia de control.....	18
1.6.4. . Detección en tubérculos con infección latente.....	18
1.7. Métodos de evaluación de la resistencia a MB .....	19
1.7.1. Evaluación en campo.....	19

<b>1.7.2. Inoculación en invernadero.....</b>	<b>19</b>
<b>1.8. Solarización .....</b>	<b>20</b>
<b>1.8.1. Esencia del Método y Condiciones de Implementación.....</b>	<b>20</b>
<b>1.8.2. Características del Plástico .....</b>	<b>21</b>
<b>1.8.3. Preparación del Suelo.....</b>	<b>21</b>
<b>1.8.4. Régimen de Radiación Solar.....</b>	<b>22</b>
<b>1.8.5. Tiempo de Permanencia del Plástico.....</b>	<b>22</b>
<b>1.8.6. Polietileno y sus características.....</b>	<b>22</b>
<b>1.8.6. Producción de calor.....</b>	<b>22</b>
<b>1.8.7. Temperatura y profundidades de desinfección.....</b>	<b>23</b>
<b>1.8.8. Ventajas y limitaciones del solarizado.....</b>	<b>23</b>
<b>1.8.9. La producción con el uso del solarizado.....</b>	<b>24</b>
<b>1.9. Biosolarización.....</b>	<b>25</b>
<b>1.10. Métodos de control de (<i>Ralstonia solanacearum</i>) .....</b>	<b>26</b>
<b>1.10.1. Control químico de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....</b>	<b>26</b>
<b>1.10.2. Control biológico.....</b>	<b>27</b>
<b>1.10.3. Aceites esenciales.....</b>	<b>27</b>
<b>1.10.4. Métodos Físicos.....</b>	<b>28</b>
<b>1.10.5. Desinfección con vapor de agua.....</b>	<b>28</b>
<b>1.11 Medidas fitosanitarias para el control de la marchitez bacteriana...</b>	<b>29</b>
<b>1.11.1. <i>Trichoderma spp</i>.....</b>	<b>29</b>
<b>1.11.2. Microorganismos de montaña.....</b>	<b>30</b>



**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>2. 1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.2. Características climáticas.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.3. Temperatura.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.4. Precipitación.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.5. Humedad relativa.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.6. Suelo.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3. Antecedentes de la parcela.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.MATERIALES.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.1. Material vegetal.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.2. Material de campo.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.3. Material de gabinete.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.4. Herramienta y equipo.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4.5. Insumos.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.METODOLOGÍA.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.1. Diseño experimental.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.2. Descripción de los Tratamientos.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5.3. Unidad experimental.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5.4. Diseño de campo.....</b>	<b>36</b>
<b>2.6.Desarrollo del ensayo.....</b>	<b>37</b>
<b>2.7.Instalación de los tratamientos.....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.1. Solarización.....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.2. Biosolarización.....</b>	<b>39</b>
<b>2.7.3. Riego.....</b>	<b>39</b>

<b>2.7.4. Siembra.....</b>	<b>39</b>
<b>2.7.5. Aporque.....</b>	<b>39</b>
<b>2.8.Tratamientos fitosanitarios.....</b>	<b>39</b>
<b>2.9.Cosecha.....</b>	<b>40</b>
<b>2.10. Toma de datos.....</b>	<b>40</b>
<b>2.10.1. Variables evaluadas.....</b>	<b>40</b>
<b>2.10.2. Parámetros medidos durante la desinfección del suelo.....</b>	<b>40</b>
<b>2.10.3. Incidencia.....</b>	<b>40</b>
<b>2.10.4. Severidad.....</b>	<b>41</b>
<b>2.10.5. Rendimiento .....</b>	<b>41</b>
<b>2.11. Evaluación fitosanitaria mediante el método de flujo bacteriano...</b>	<b>42</b>

**CAPÍTULO III  
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1. Porcentaje de incidencia (%) a los 28 días después de la siembra.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2. Porcentaje de severidad (%) a los 28 días después de la siembra....</b>	<b>47</b>
<b>3.3. Porcentaje de incidencia % a los 42 días después de la siembra....</b>	<b>49</b>
<b>3.4. Porcentaje de severidad (%) a los 42 días después de la siembra...</b>	<b>51</b>
<b>3.5. Porcentaje de incidencia% a los 56 días después de la siembra.....</b>	<b>53</b>
<b>3.6. Porcentaje de severidad (%) a los 56 días después de la siembra....</b>	<b>56</b>
<b>3.7. Porcentaje de incidencia % a los 70 días después de la siembra....</b>	<b>58</b>
<b>3.8. Porcentaje de severidad (%) a los 70 días después de la siembra....</b>	<b>61</b>
<b>3.9. Rendimiento.....</b>	<b>64</b>
<b>3.6. Análisis económico (B/C).....</b>	<b>66</b>

**CAPÍTULO IV  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>4.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>4.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Interpretación del análisis de suelo.....	10
Tabla 2.	Vegetación de la zona.....	33
Tabla 3.	Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 28 días después de la siembra de papa.....	44
Tabla 4.	Análisis de varianza (ANVA).....	45
Tabla 5.	Prueba de Tukey para los bloques.....	46
Tabla 6.	Prueba de Tukey para los tratamientos .....	46
Tabla 7.	Severidad de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 28 días después de la siembra de papa .....	47
Tabla 8.	Análisis de varianza (ANVA) .....	48
Tabla 9.	Prueba de tukey para bloques .....	48
Tabla 10.	Prueba de tukey para tratamientos .....	49
Tabla 11.	Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 42 días después de la siembra de papa .....	49
Tabla 12.	Análisis de varianza (ANVA) .....	50
Tabla 13.	Prueba de Tukey para los bloques .....	50
Tabla 14.	Porcentaje de severidad de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 42 días después de la siembra de papa .....	51
Tabla 15.	Análisis de varianza (ANVA) .....	52
Tabla 16.	Prueba de tukey para bloques .....	52
Tabla 17.	Prueba de tukey para tratamientos .....	53
Tabla 18.	Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 56 días después de la siembra .....	53
Tabla 19.	Análisis de varianza (ANVA) .....	54
Tabla 20.	Prueba de Tukey para los bloques .....	55
Tabla 21.	Porcentaje de severidad de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 56 días después de la siembra de papa .....	56
Tabla 22.	Análisis de varianza (ANVA) .....	57
Tabla 23.	Prueba de tukey .....	57
Tabla 24.	Prueba de tukey para tratamientos .....	57
Tabla 25.	Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 70 días después de la siembra de papa .....	58
Tabla 26.	Análisis de varianza (ANVA) .....	59
Tabla 27.	Prueba de Tukey para los tratamientos .....	59
Tabla 28.	Prueba de Tukey para los bloques .....	60
Tabla 29.	Porcentaje de severidad de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 70 días después de la siembra de papa .....	61

<b>Tabla 30.</b>	<b>Análisis de varianza (ANVA) .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 31.</b>	<b>Prueba de tukey para bloques .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 32</b>	<b>Prueba de tukey para tratamientos.....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 33.</b>	<b>Datos de rendimiento (Ton/ha) .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 34.</b>	<b>Análisis económico (B/C) .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE GRAFICAS

<b>Gráfica 1. Ciclo de vida de <i>Ralstonia solanacearum</i> .....</b>	<b>14</b>
<b>Gráfica 2. Mapa de ubicación .....</b>	<b>31</b>
<b>Grafica 3. Temperaturas máximas de solarización, biosolarización y testigo ...</b>	<b>43</b>
<b>Gráfica 4. Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 28 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>45</b>
<b>Grafica 5. Severidad de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 28 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>47</b>
<b>Grafica 6. Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 42 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>50</b>
<b>Grafica 7. Resultados de severidad de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 42 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>52</b>
<b>Grafica 8. Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 56 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>54</b>
<b>Grafico 9. Resultados de severidad de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 56 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>56</b>
<b>Grafica 10. Incidencia de <i>Ralstonia solanacearum</i> a los 70 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>58</b>
<b>Grafica 11. Resultados de severidad de (<i>Ralstonia solanacearum</i>) a los 70 días después de la siembra de papa .....</b>	<b>62</b>
<b>Grafica 12. de datos de rendimiento (Ton/ha) .....</b>	<b>65</b>
<b>Grafica 13. Análisis económico (b/c).....</b>	<b>66</b>

# **INTRODUCCIÓN**

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEÓRICO**



**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **CAPÍTULO IV**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

# **ANEXOS**