

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**AISLAMIENTO Y CONTROL CON CUATRO TIPOS DE INSUMOS DE LA
PUDRICIÓN BACTERIANA EN EL CULTIVO DE PIÑA GOLDEN (*Ananas
comosus*) EN EL SECTOR DE PALMA REAL, DISTRITO DE ECHARATI - LA
CONVENCIÓN - CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. KEVIN JOSSEP CASCAMAYTA SEGOVIA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESOR:

Mgt. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: **"AISLAMIENTO Y CONTROL CON CUATRO TIPOS DE INSUMOS DE LA PUDRICIÓN BACTERIANA EN EL CULTIVO DE PIÑA GOLDEN (*Ananas comosus*) EN EL SECTOR DE PALMA REAL, DISTRITO DE ECHARATI - LA CONVENCION - CUSCO"**, presentado por **KEVIN JOSSEP CASCAMAYTA SEGOVIA** con Nro. de DNI: 71937750 para optar el título profesional/grado académico de **Ingeniero Agrónomo**. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por **02 veces**, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 07 de junio de 2025



Firma

M.Sc. Luis Justino Lizarraga Valencia

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor 000.00001-5600-7998

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio oid:::27259:465343030

TESIS EN PIÑA GOLDEN KEVIN JOSSEP CASCAMAYTA SEGOVIA.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:465343030

Fecha de entrega

7 jun 2025, 9:23 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

7 jun 2025, 9:43 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS EN PIÑA GOLDEN KEVIN JOSSEP CASCAMAYTA SEGOVIA.pdf

Tamaño de archivo

5.5 MB

111 Páginas

17.193 Palabras

98.550 Caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
31 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
2218 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres, Ruth Marisa Segovia Sota y Hector Cascamayta Vargar, quienes son las primeras personas que confían en mí, aun en los momentos más difíciles, son todo lo que tengo y gracias por darme la vida.

A mi hermano Frank Andre por su apoyo y compañía que me da todos los días, me empujan a seguir adelante.

A todas esas personas, amigos, compañeros y gente que confió en mí que me dio su ayuda a concluir el presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia; Escuela profesional de Agronomía, por haberme acogido y a los docentes que les tengo eterno agradecimiento por sus conocimientos impartidos en mi época de estudiante.

En especial al Mgt. Luis Justino Lizarraga Valencia por su paciencia, sabiduría y valiosas sugerencias a lo largo del proceso de investigación.

Al Ing. Dilman Glicerio Paricoto Apaza, quien con su experiencia y dedicación me brindo las herramientas y el conocimiento necesarios para alcanzar esta meta.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCIÓN	X
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Identificación del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.1.1 Problema general	2
1.1.2 Problemas específicos.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
2.3 Justificación de la investigación	3
III. HIPÓTESIS	5
3.1 Hipótesis general.....	5
3.2 Hipótesis específicas.....	5
IV. MARCO TEÓRICO	6

4.1	Antecedentes de la investigación	6
4.2	Bases Teóricas.....	8
4.2.1	Taxonomía del cultivo de piña.....	8
4.2.2	Origen del cultivo de piña.....	8
4.2.3	Características botánicas.....	9
4.2.4	Condiciones agronómicas del cultivo de piña	11
4.2.5	Importancia del cultivo de la piña en el Perú.....	12
4.2.6	Variedades nacionales.....	13
4.2.7	Principales enfermedades en el cultivo de piña	14
4.2.8	Taxonomía de la bacteria.....	15
4.2.9	Ciclo biológico de la bacteria	16
4.2.10	Aislamiento del cultivo.....	17
4.2.11	Cultivo puro	18
4.2.12	Síntomas.....	19
4.2.13	Control de la bacteria.....	20
4.3	Definición de términos.....	21
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
5.1	Tipo de investigación:.....	23
5.2	Ubicación temporal.....	23
5.3	Ubicación espacial	23
5.3.1	Ubicación Política.....	25
5.3.2	Ubicación geográfica	25
5.3.3	Ubicación Hidrográfica.....	25

5.4	Ubicación ecológica.....	25
5.5	Materiales y Métodos.....	25
5.5.1	Materiales.....	25
5.5.2	Metodología.....	27
5.5.4	Operacionalización de las variables.....	40
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
6.1	Parámetros evaluados “in vitro”.....	44
6.2	Parámetros evaluados en campo.....	55
6.3	Discusión de resultados.....	59
6.3.1	Discusión de resultados “in vitro”.....	59
6.3.2	Discusión de resultados en campo.....	61
VII.	CONCLUSIONES.....	62
7.1	Conclusiones.....	62
7.2	Sugerencias.....	64
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	65
IX.	ANEXOS.....	70
9.1	Ficha técnica de los insumos evaluados de la investigación.....	70
9.2	Tablas de datos.....	87
9.3	Registro fotográfico.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos “in vitro”	27
Tabla 2. Coordenadas geográficas y altitud de las cepas	29
Tabla 3. Pruebas fenotípicas	32
Tabla 4. Tratamientos para campo	35
Tabla 5. Operacionalización de las variables	40
Tabla 6. Dosis de los tratamientos utilizados en campo	43
Tabla 7. Resultado de las diferentes pruebas de detección	44
Tabla 8. Resultados de número de colonias	46
Tabla 9. Resultados de unidades formadoras de colonias (ufc/ ml).....	47
Tabla 10. Cuadro auxiliar Insumos*Dosis:	48
Tabla 11. ANVA de la inhibición de colonias	48
Tabla 12. Prueba de Tukey (0.05) de tratamientos	49
Tabla 13. Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal (insumos).....	51
Tabla 14. ANVA auxiliar de efectos simples de la interacción (insumos*Dosis).....	52
Tabla 15. Resultados del número de plantas con síntomas de pudrición bacteriana	55
Tabla 16. Resultados de la incidencia de plantas con síntomas de pudrición bacteriana	56
Tabla 17. ANVA de la incidencia de la pudrición bacteriana.....	56
Tabla 18. Prueba de Tukey (0.05) de incidencia de la pudrición bacteriana	57
Tabla 19. Composición del Phytón 27	70
Tabla 20. Recomendaciones de uso del Phytón 27	72
Tabla 21. Composición de la dolomita	77
Tabla 22. Composición de la oxitetraciclina.....	80

Tabla 23. Composición del caldo bordelés	83
Tabla 24. Recomendaciones de uso del caldo bordelés	84
Tabla 25. Datos del número de colonias	87
Tabla 26. Datos de las unidades formadoras de colonias (ufc/ml).....	88
Tabla 27. Datos del número de plantas con síntomas	89
Tabla 28. Datos de la Incidencia de plantas con síntomas.....	89
Tabla 29. Datos de Incidencia por bloques y tratamientos.	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la planta de la piña en un corte longitudinal	10
Figura 2. Ciclo biológico de la bacteria	17
Figura 3. Ubicación departamental, provincial y distrital.....	24
Figura 4. Síntoma de la pudrición bacteriana en el cultivo de piña Golden	28
Figura 5. Muestras del tejido infectado.....	29
Figura 6. Medio de cultivo de agua peptonada	30
Figura 7. Tejido enfermo cortado.....	31
Figura 8. Tejidos incubados en agua peptonada	31
Figura 9. Croquis del campo experimental con tratamientos.....	38
Figura 10. Croquis de una unidad experimental	39
Figura 11. Pruebas de detección.....	45
Figura 12. Efecto principal de tratamientos	50
Figura 13. Efecto principal de insumos.....	51
Figura 14. Efectos en las interacciones (insumos*Dosis)	53
Figura 15. Inhibición de colonias.....	54
Figura 16. Porcentaje de incidencia por tratamiento.....	57
Figura 17. Ficha técnica de Phytón 27-pag. 1	73
Figura 18. Ficha técnica de Phytón 27-pag. 2	74
Figura 19. Ficha técnica de Phytón 27-pag. 3	75
Figura 20. Ficha técnica de Phytón 27-pag. 4.....	76
Figura 21. Ficha técnica de dolomita	79
Figura 22. Ficha técnica de oxitetraciclina	82

Figura 23. Ficha técnica de caldo bordelés-pag. 1	85
Figura 24. Ficha técnica de caldo bordelés-pag. 2	86
Figura 25. Insumo de Phytol 27	91
Figura 26. Insumo de dolomita	91
Figura 27. Insumo de oxitetraciclina.....	92
Figura 28. Insumo de caldo bordelés	92
Figura 29. Pruebas de laboratorio	93
Figura 30. Aplicación de tratamientos “in vitro”	93
Figura 31. Limpieza del campo experimental.....	94
Figura 32. Arado del campo experimental.....	94
Figura 33. Trazado del campo experimental.....	95
Figura 34. Plantación de hijuelos en el campo experimental.....	95
Figura 35. Aplicación de tratamientos en el campo experimental.....	96
Figura 36. Evaluación de la incidencia en el campo experimental.....	96
Figura 37. Campo experimental.....	97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “AISLAMIENTO Y CONTROL CON CUATRO TIPOS DE INSUMOS DE LA PUDRICIÓN BACTERIANA EN EL CULTIVO DE PIÑA GOLDEN (*Ananas comosus*) EN EL SECTOR DE PALMA REAL, DISTRITO DE ECHARATI - LA CONVENCION – CUSCO”, se realizó en condiciones “in vitro” en el laboratorio de fitopatología y microbiología de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba desde el 15 de febrero hasta el 3 de marzo del 2024 y en condiciones de campo en el sector de Palma Real desde el 15 de marzo hasta el 22 de septiembre del 2024.

El objetivo general planteado fue determinar las características fenotípicas de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana y el efecto de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) para el control en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus* L. Merr.) en el sector de Palma Real, distrito de Echarati - La Convención – Cusco. El trabajo de investigación utilizó 4 cepas de diferentes parcelas del sector de Palma Real, a las cuales se les hizo pruebas fenotípicas para identificar correctamente a la bacteria causante de la pudrición bacteriana. El trabajo de investigación para condiciones “in vitro” se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, con 15 tratamientos, 2 factores (Insumos y dosis) y para condiciones en campo se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos, 3 repeticiones y 15 unidades experimentales. Los resultados fueron procesados por el paquete estadístico S.A.S versión 8 y Excel.

La caracterización fenotípica de las 4 cepas se realizó mediante pruebas que dieron como resultados: (tinción Gram (-), sensibilidad a eritromicina (-), pudrición blanda en papa (+), pudrición blanda en zanahoria (+), crecimiento a 37 °C (+), fermentadoras de lactosa (+). Estos

resultados confirmaron la presencia de *Pectobacterium* spp. y permitieron identificar la bacteria de manera precisa, basándose en sus características específicas.

Los resultados obtenidos “in vitro” demostraron que, los tratamientos de oxitetraciclina y caldo bordelés en dosis (alta, media y baja) con 0 ufc/ml inhibieron en su totalidad al patógeno. En segundo, tercero y cuarto lugar, los tratamientos de dolomita en dosis (alta, media y baja) con 192000, 212000 y 254000 ufc/ml respectivamente. En quinto, sexto y séptimo lugar, los tratamientos de Phytón 27 en dosis (baja, alta y media) con 306000, 334000 y 352000 ufc/ml respectivamente. Por último, en octavo, noveno y décimo lugar, los tratamientos de testigo con 388000, 404000 y 410000 ufc/ml respectivamente.

Los resultados de las evaluaciones en campo demuestran que el tratamiento P4 (caldo bordelés) mostro un menor porcentaje de incidencia con un 2.56%, seguido por P3 (oxitetraciclina) con un 4.27%, P1 (Phytón 27) con un 17.09%, P2 (dolomita) con 18.80% y T (testigo) con un 29.54%.

Palabras clave: pudrición bacteriana – insumos – caracterización fenotípica - inhibición - incidencia

INTRODUCCIÓN

En el año 2024 el Perú continuó consolidándose como uno de los principales productores de piña (*Ananas comosus L. Merr.*) gracias a su diversidad climática y geográfica. Entre las principales regiones productoras destacan Junín, Huánuco, San Martín, Ucayali y Cusco. Durante el primer trimestre el país exportó 575 toneladas de piña, generando 1.95 millones de dólares, lo que representó un incremento del 58 % en volumen. La mayor parte de estas exportaciones (511 toneladas) correspondió a productos procesados, como conservas, purés y mermeladas, los cuales tuvieron como principal destino Estados Unidos, que adquirió casi la totalidad de la producción **(MIDAGRI, 2024)**.

En el año 2006 la piña inició su producción como parte de un proyecto impulsado por la Municipalidad de Echarati. Este proyecto tuvo como objetivo diversificar la actividad agrícola en la región y potenciar el cultivo de piña como una alternativa económica para los agricultores locales. **(MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI, 2006)**.

A pesar de la expansión inicial, los resultados del proyecto no fueron óptimos. Una de las principales limitantes identificadas fue la falta de una cultura de manejo integrado de plagas y enfermedades entre los agricultores locales. Esto propició la proliferación de la pudrición bacteriana el cual afectó significativamente el rendimiento con pérdidas hasta del 70% por hectárea, declinando las ganancias **(MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI, 2006)**.

El cultivo de piña en La Convención se encuentra limitado a ciertos sectores, siendo Palma Real una de las principales áreas de producción, con aproximadamente 5 hectáreas dedicadas al cultivo. Las variedades predominantes son la piña Samba, con un rendimiento promedio de 10

toneladas por hectárea y la piña Golden con 4 toneladas por hectárea. A pesar de estos retos, el cultivo de piña sigue siendo rentable, generando una ganancia neta estimada de 20,000 soles por hectárea (**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI, 2021**).

La producción de piña en este sector está orientada principalmente a satisfacer la demanda de los mercados de la ciudad del Cusco y de Quillabamba. Además, el futuro del cultivo de piña Golden en el sector de Palma Real se proyecta como altamente rentable, debido a la escasa competencia. Teniendo en cuenta lo anterior, se propone realizar este proyecto de investigación.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

El cultivo de piña Golden es susceptible a la bacteria a lo largo de todo su ciclo de desarrollo. Sin embargo, las plantas en su etapa fenológica vegetativa (entre los 4 y 8 meses de edad) son más propensas a las infecciones causadas por esta bacteria, debido a su rápido crecimiento y alta actividad metabólica, lo que las hace más vulnerables. Esta investigación se enfoca en este estado fenológico en particular porque es durante esta fase que la planta presenta una mayor susceptibilidad a la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana. Además, las infecciones en esta etapa pueden comprometer seriamente el crecimiento posterior y el rendimiento del cultivo, afectando directamente la productividad.

Es fundamental realizar una caracterización fenotípica para identificar correctamente a la bacteria causante de la pudrición bacteriana. Esto se debe a que enfermedades con síntomas similares pueden ser causadas por diferentes patógenos, lo que podría llevar a confusiones en el diagnóstico y manejo de la enfermedad. La caracterización fenotípica asegura que se esté trabajando con el patógeno correcto.

La selección de los insumos (oxitetraciclina, caldo bordelés, Phytol 27 y dolomita) se basa en su eficacia comprobada en el control de enfermedades de origen bacteriano, así como a su disponibilidad y uso frecuente en el sector de Palma Real. Estos insumos son ampliamente comercializados en la zona, lo que garantiza un fácil acceso para los agricultores locales. Si bien existen estudios previos que han evaluado el efecto de estos productos en diferentes dosis, en otros contextos y con diferentes patógenos, su aplicación específica en pudrición bacteriana sigue

siendo un área poco explorada. Por ello, en esta investigación se plantean las siguientes preguntas de investigación.

1.2 Formulación del problema

1.1.1 Problema general

¿Cuáles son las características fenotípicas de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana y el efecto de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) para el control en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en el sector de Palma Real, distrito de Echarati - La Convención – Cusco?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Es factible caracterizar fenotípicamente a la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones “in vitro”?
- ¿Cuál es el efecto de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) en la inhibición del desarrollo de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones “in vitro”?
- ¿Cuál es el efecto de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) en la incidencia de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones de campo?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivo general

Determinar las características fenotípicas de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana y el efecto de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) para el control en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en el sector de Palma Real, distrito de Echarati - La Convención – Cusco.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar fenotípicamente la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones “in vitro”
- Determinar el efecto de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) en la inhibición del desarrollo de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones “in vitro”
- Determinar el efecto de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) en la incidencia de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones de campo.

2.3 Justificación de la investigación

El cultivo de piña es rentable como parte del sector económico, dando estabilidad a muchas familias agrícolas; es así, en los últimos años en la provincia se viene intensificando la importancia de este cultivo.

Económico El cultivo de piña representa una importante fuente de ingresos para las familias agrícolas en el sector de Palma Real. La implementación de métodos efectivos para el control de enfermedades como la pudrición bacteriana reducirá los costos asociados con el uso

excesivo de productos químicos. Esto permitirá a los agricultores aumentar sus ganancias y mejorar la rentabilidad del cultivo, contribuyendo así al desarrollo económico local.

Social: El desarrollo de técnicas sostenibles y efectivas para el control de enfermedades en el cultivo de piña Golden beneficiará directamente a los agricultores, mejorando su calidad de vida y promoviendo la estabilidad económica. Además, se contribuirá a la formación de una agricultura más adaptable y competitiva, lo que generará un impacto social positivo en el sector.

Ambiental: La investigación busca promover el uso de insumos que minimicen el impacto ambiental, reduciendo la dependencia de productos químicos agresivos. Al implementar métodos de control más sostenibles, se contribuirá a preservar el equilibrio ecológico y a proteger los recursos naturales, lo que es fundamental para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura en el sector.

Investigación: Los resultados obtenidos permitirán desarrollar estrategias más efectivas para el control de la pudrición bacteriana y también sentarán las bases para futuras investigaciones en el cultivo de piña en el sector de Palma Real.

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis general

La caracterización fenotípica de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana y la aplicación de cuatro insumos (Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) influirá significativamente para el control en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en el sector de Palma Real, distrito de Echarati-La Convención – Cusco.

3.2 Hipótesis específicas

- La caracterización fenotípica de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones “in vitro”, será conocida con claridad.
- Al menos dos insumos inhibirán significativamente el desarrollo de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones “in vitro”.
- Al menos dos insumos reducirán significativamente la incidencia de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en cultivo de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) en condiciones de campo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes de la investigación

Existen reportes y estudios previos que documentan el uso de insumos, como Phyton 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés, para el control de la pudrición bacteriana en diferentes cultivos y bajo diversas condiciones ambientales a nivel Internacional y Nacional. Sin embargo, no hay información disponible a nivel local.

Internacional

Rosa (2017) concluyó en su tesis en México que, entre los resultados obtenidos resaltó que el tratamiento con Genoxi (sulfato de gentamina, clorhidrato de oxitetraciclina, sulfato de cobre pentahidratado) mostró un 43% de supresión de la bacteria, siendo el más eficaz en condiciones 'in vitro'. Por otro lado, el tratamiento Ultramyl (cobre, estreptomicina y oxitetraciclina) no logró controlar la bacteria, por lo que no se recomienda su uso.

Por su parte, **Mello (2011)** menciona en su artículo científico realizado en Brasil que, en dicha investigación se propuso determinar la sensibilidad in vitro de *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* a diversos bactericidas, evaluar la eficacia de Mycoshield, y analizar el papel de las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y las cepas Rh1 y Rh2 (*Rhodotorula* spp.) en el manejo de la enfermedad tanto en campo como en invernadero. Entre los resultados obtenidos, destacó que, de los 40 aislados de *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* analizados in vitro, todos mostraron sensibilidad a la oxitetraciclina, la combinación de oxitetraciclina + estreptomicina, y la combinación de oxitetraciclina + sulfato de cobre. Sin embargo, se observó resistencia al sulfato de cobre cuando se utilizó de forma individual.

Nacional

Aguilar (2021) determinó en su artículo científico realizado en Trujillo que, entre los resultados obtenidos destacó la identificación de *Pectobacterium chrysanthemi* y *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* como los agentes causales, previamente caracterizados mediante análisis morfológicos y bioquímicos. Estos microorganismos mostraron una respuesta positiva a la fermentación de lactosa, pudrición en papá (positiva), pudrición en zanahoria (positivo) y capacidad de crecimiento a temperaturas de 37 °C.

Requis, (2020) menciona en su tesis en Lima que, entre los resultados obtenidos se realizó una caracterización fenotípica con 8 aislados, que incluyo las siguientes pruebas: tinción de gram (+), pudrición en papa (+), fermentación a la lactosa (+), crecimiento a 37 °C (+) y prueba de erytromicina (-), con base de estos resultados se logró identificar como agente causal *Pectobacterium carotovorum subsp. brasiliense* causante de la podredumbre del cuello y del cogollo. Los mejores tratamientos para controlar la podredumbre fueron T9 (Sulfato de Cobre pentahidratado 0.5 L/Cil + Trichoderma 0,5 L/Ha).

4.2 Bases Teóricas

4.2.1 Taxonomía del cultivo de piña

De acuerdo al sistema de (Cronquis, 1981), es la siguiente:

Reino : Vegetal

División : Monocotiledóneas

Orden : Bromeliales

Familia : Bromeliaceae

Género : *Ananas*

Especie : *Ananas comosus L. Merr.*

Nombre vernacular : Piña

4.2.2 Origen del cultivo de piña

Las piñas se originaron en América del Sur, específicamente en la región que hoy comprende Brasil y Paraguay (**Pastrana, 2022**). El cultivo de la piña (*Ananas comosus L. Merr.*) fue difundido a nivel global gracias a los exploradores europeos, principalmente españoles y portugueses, quienes la llevaron consigo durante sus viajes a la India Occidental. La primera descripción detallada de la piña, junto con ilustraciones, fue publicada en 1535 (**Munive, 2015**).

La variedad conocida como piña Golden fue desarrollada en Hawái. Esta variedad se introdujo en Costa Rica y con el tiempo se convirtió en la predominante para la mayoría de los grandes productores de piña de fruta fresca en América Latina y Asia (**Bartholomew et al., 2003**).

4.2.3 Características botánicas

Es una planta monocotiledónea y perenne que puede alcanzar hasta un metro de altura (Munive, 2015). Se trata de una especie vivaz, cuya base está formada por la unión sólida de varias hojas que conforman una roseta. En las axilas de las hojas pueden desarrollarse retoños con pequeñas rosetas basales (Francisco, 2013).

Raíz: Posee raíces fibrosas, adventicias y cortas, con una masa radicular reducida (Munive, 2015). Estas raíces pueden abarcar desde los 15 centímetros de capa arable hasta más de 60 centímetros en algunos casos (Córdova, 2011).

Tallo: El tallo es pulposo, rígido y carnoso, con entrenudos cortos y redondeados. En su máximo desarrollo, puede alcanzar entre 8 y 10 centímetros de diámetro. En cada yema axilar se forman hojas y retoños (Munive, 2015).

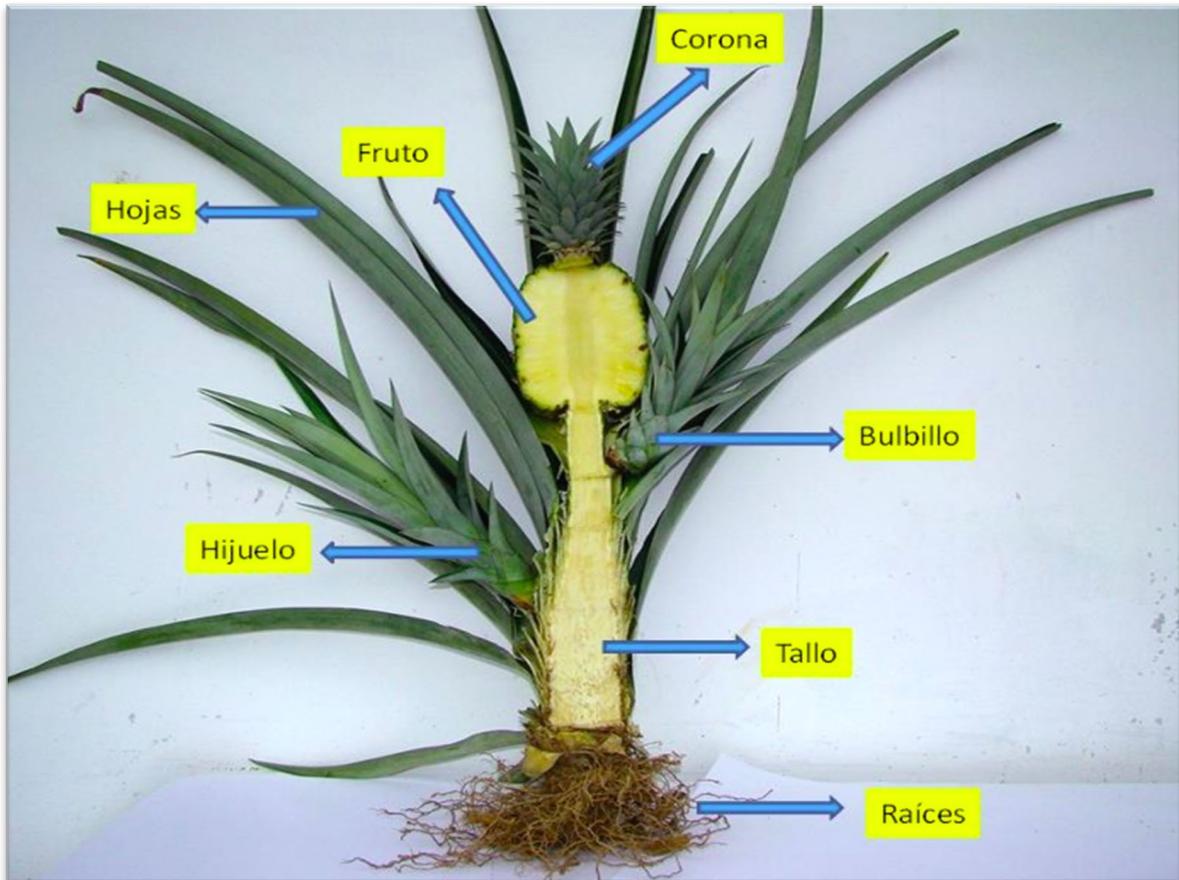
Hoja: Las hojas están dispuestas alrededor del tallo en una tendencia espiral, llegando a presentar entre 60 y 80 hojas por planta. Las hojas más jóvenes se ubican en el centro de la planta, mientras que las más antiguas se encuentran en el borde exterior. (Munive, 2015).

Inflorescencia: La inflorescencia es en espiga con una cantidad variable de flores de entre 100 y 200. Después de la polinización las flores se secan completamente y continúan con su desarrollo; los órganos que participan a formar el fruto múltiple se desarrolla de manera partenocarpica (Munive, 2015).

Fruto: Presenta un fruto no climatérico de forma cilíndrica, aunque en algunas variedades puede adoptar una forma piramidal (Córdova, 2011). Además, se encuentra sostenido por un pedúnculo que mide entre 1 m y 1.5 m de largo, y su peso puede variar de 1 kg a 3.5 L (Munive, 2015).

Figura 1

Partes de la planta de la piña en un corte longitudinal



Fuente: Anahui (2011)

Hijuelo: La piña es una planta que se propaga eficientemente a través de hijuelos, los cuales presentan una gran variedad de tipos. Estos hijuelos se clasifican según su ubicación en la planta y tienen características específicas que influyen en su uso para la propagación. (Chuquillanqui, 2019).

Hijuelos de la corona: Los hijuelos de la corona pueden utilizarse como material de propagación, aunque no siempre son la opción preferida. Generalmente, las coronas son únicas, pero en algunos casos pueden presentar dos o más. Es importante desechar los fascidios

(malformaciones) debido a sus rasgos desfavorables. El ciclo del cultivo desde la plantación hasta la cosecha dura entre 22 y 24 meses (**Munive, 2015**).

Hijuelos del pedúnculo: Estos hijuelos aparecen en cantidades de 4 a 10, ubicándose cerca de la base del fruto, en el eje floral. Su ciclo de cultivo es ligeramente más corto que el de los hijuelos de la corona, con una duración de aproximadamente 20 a 22 meses desde la plantación hasta la cosecha (**Munive, 2015**).

Hijuelos del tallo: Los hijuelos del tallo se encuentran ubicados a lo largo del tallo de la planta y en la intersección entre el tallo y el pedúnculo, estos hijuelos son robustos y se consideran ideales para la propagación. Su número suele variar entre dos y tres por planta. Además, permiten obtener cosechas en un período relativamente corto, de 18 a 20 meses (**Chuquillanqui, 2019**).

Hijuelos de base de la planta: Estos hijuelos son robustos, pero menos numerosos, ya que generalmente se presentan uno o dos por planta. Destacan por su ciclo de cultivo más corto, con una duración de 16 a 18 meses desde la siembra hasta la cosecha (**Chuquillanqui, 2019**).

4.2.4 Condiciones agronómicas del cultivo de piña

Altitud: Las piñas crecen bien hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, a altitudes superiores, como los 1500 metros, el crecimiento de la planta se vuelve más lento y su vigor se ve limitado. (**Caceres, 2010**).

Temperatura: Las temperaturas óptimas para el cultivo de piñas oscilan entre 29 y 30 °C. Por otro lado, cuando las temperaturas descienden por debajo de 16 °C, el crecimiento de las plantas se detiene. Igualmente, un descenso térmico afecta la uniformidad de la producción, ya que provoca un aumento brusco en los niveles naturales de floración. (**Caceres, 2010**).

Precipitación: La piña se desarrolla adecuadamente en áreas con precipitaciones que oscilan entre 600 mm y 3500 a 4000 mm anuales. Aunque la planta tiene una gran capacidad de adaptación a diferentes regímenes de lluvia, para una producción comercial se requieren entre 80 y 110 mm mensuales. Por otra parte, las plantas de piña son capaces de soportar condiciones de estrés hídrico **(Chuquillanqui, 2019)**.

Luminosidad: La piña requiere entre 4 y 6 horas de luz solar directa al día, ya que es una planta que depende completamente del sol para su crecimiento. No tolera bien la sombra, ya que esta limita su desarrollo y puede atrofiar su crecimiento. Las plantas expuestas a condiciones de sombra suelen presentar frutos más pequeños, hojas más delgadas, un color verde más oscuro y un crecimiento más lento en comparación con aquellas que reciben suficiente luz solar **(Caceres, 2010)**.

Suelo: Las piñas prefieren suelos arenosos, franco-arcillosos o franco-arenosos, que sean sueltos, bien aireados, bien drenados y sin problemas de compactación. Los suelos ideales para su cultivo son aquellos con un pH ácido, que oscila entre 4,5 y 5,5 (de acidez leve a alta). Asimismo, el crecimiento de la piña puede verse afectado por la deficiencia de potasio (K) y magnesio (Mg), así como por desequilibrios de calcio (Ca) cuando el pH del suelo supera el rango recomendado **(Caceres, 2010)**.

4.2.5 Importancia del cultivo de la piña en el Perú

La piña es una fruta altamente valorada por su contenido nutricional. Destaca por su alta concentración de bromelina, una enzima con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y que incluso se asocia con cualidades afrodisíacas. Es importante señalar que es rica en minerales como fósforo, calcio, magnesio, hierro y cobre, así como en vitaminas A, B, C y E **(Vargas, 2009)**

En el Perú, la piña no solo es un cultivo económicamente relevante, sino también un símbolo de la riqueza agrícola y cultural de la Amazonía y la Selva Central. Su producción contribuye al desarrollo de comunidades rurales, genera empleo y promueve la seguridad alimentaria. Cabe destacar que tiene un gran potencial agroindustrial, ya que se utiliza para elaborar productos procesados como conservas, purés y mermeladas (Vargas, 2009)

4.2.6 Variedades nacionales

Samba: La variedad Samba se distingue por la presencia de antocianina en sus hojas, lo que les confiere un característico color rojizo. Esta planta tiene un tamaño mediano, con hojas erguidas, sin espinas y sin bordes cortantes. Su pedúnculo floral es de tamaño considerable, lo que la hace susceptible al acame (doblamiento del tallo), y produce una gran cantidad de bulbillos. La fruta de esta variedad se caracteriza por su color rojo oscuro y una pulpa blanca amarillenta. Del mismo modo, presenta un bajo porcentaje de azúcar (11 a 12 °Brix) y tiene resistencia al fusarium y al barrenador. (Julca, 2010).

Hawaiiana: La variedad Hawaiiana se caracteriza por su gran porte y hojas espinadas, lo que dificulta su manejo. Los hijuelos de la corona también presentan espinas, al igual que las hojas. La fruta es de gran tamaño y forma ovoide, con una pulpa blanca amarillenta. Esta variedad tiene un bajo contenido de azúcar, lo que la hace menos dulce, pero es rústica y resistente al transporte en jabas. Su consumo principal es en forma de jugos y como fruta fresca (Julca, 2010).

Cayena lisa: Esta variedad presenta un porte vigoroso, con hojas sin espinas de color verde morado y un pedúnculo corto y grueso. Su fruto es de forma cónica a cilíndrica, con una pulpa amarillenta, fibrosa y cremosa. Al madurar, el fruto adquiere un color verde anaranjado que se

torna amarillo. Con un contenido de azúcar de 15 °Brix, es muy apreciada en el mercado (**Caceres, 2010**).

Golden o MD-2: La variedad Golden se caracteriza por producir frutos de forma cilíndrica, con una pulpa amarillenta y fibrosa, y un alto contenido de azúcar (grado Brix). Al madurar, el fruto adquiere una coloración verde amarillenta. Es considerada una fruta de doble propósito, apta tanto para la industria como para el consumo fresco, lo que la hace muy valorada en el mercado internacional debido a su excelente calidad interna. Esta variedad tiene hojas sin espinas y un porte medio, con un pedúnculo corto que produce dos o más hijuelos. Sin embargo, es muy susceptible a enfermedades como *Phytophthora* parasítica, *Phytophthora cinnamomi*, nemátodos, cochinilla harinosa y *Thecla basilides* (**Caceres, 2010**).

4.2.7 Principales enfermedades en el cultivo de piña

Phytophthora parasítica: Esta enfermedad provoca el desprendimiento fácil de las hojas, pudre las raíces y el eje de la planta, y se identifica por un hedor nauseabundo que mata los tejidos. Está causada por un Oomycete y es más frecuente durante los meses de lluvias intensas. El patógeno penetra a través de lesiones producidas por heridas abiertas, causadas por nematodos o técnicas inadecuadas de limpieza con la lampa. Suele afectar a las variedades Cayena lisa y Golden. Para su manejo, se recomienda la creación de caballones elevados con un drenaje adecuado a nivel del suelo (**Munive, 2015**).

Thielaviopsis paradoxa: Este hongo se desarrolla inicialmente en el interior del fruto. Cuando se corta el pedúnculo, el fruto comienza a pudrirse y los tejidos afectados muestran signos de degradación. Asimismo, las hojas presentan manchas blancas como consecuencia de la infección. Para controlar esta enfermedad, se recomienda dejar secar las semillas afectadas al sol

durante diez días y aplicar tratamientos químicos como Benlate o Protexin a nivel del pedúnculo **(Caceres, 2010)**.

Fusarium spp.: Esta enfermedad es causada por un hongo. La fruta afectada presenta una textura seca y manchas oscuras que se vuelven más evidentes al cortarla. El patógeno se vuelve dañino cuando la planta está a punto de producir flores y se dan condiciones ambientales favorables, como alta humedad y temperaturas entre 16 y 20 °C. Los ácaros actúan como vectores de la enfermedad. Para su control, se recomienda el uso de fungicidas como Cerbobim y Folicur. **(Caceres, 2010)**.

4.2.8 Taxonomía de la bacteria

Fuente: Adaptada de Hauben & Swings (2015)

Dominio : Bacteria

Filo : Proteobacteria

Clase : Gammaproteobacteria

Orden : Enterobacteriales

Familia : Pectobacteriaceae

Género : *Pectobacterium*

Especie : *Pectobacterium spp.*

4.2.9 Ciclo biológico de la bacteria

El ciclo biológico bacteriano varía según sus características intrínsecas, el estado metabólico del inóculo, el medio de cultivo y las condiciones de incubación. Entender como el ambiente afecta el crecimiento microbiano permite explicar su distribución natural y desarrollar métodos para estudiar y controlar su proliferación. **(Forbes, 2002).**

a. Fase de latencia: Las bacterias en este periodo se adaptan a su medio, donde la bacteria sintetiza proteínas y enzimas necesarias para su metabolismo, por lo tanto, no hay aumento significativo en el número de células **(Forbes, 2002).**

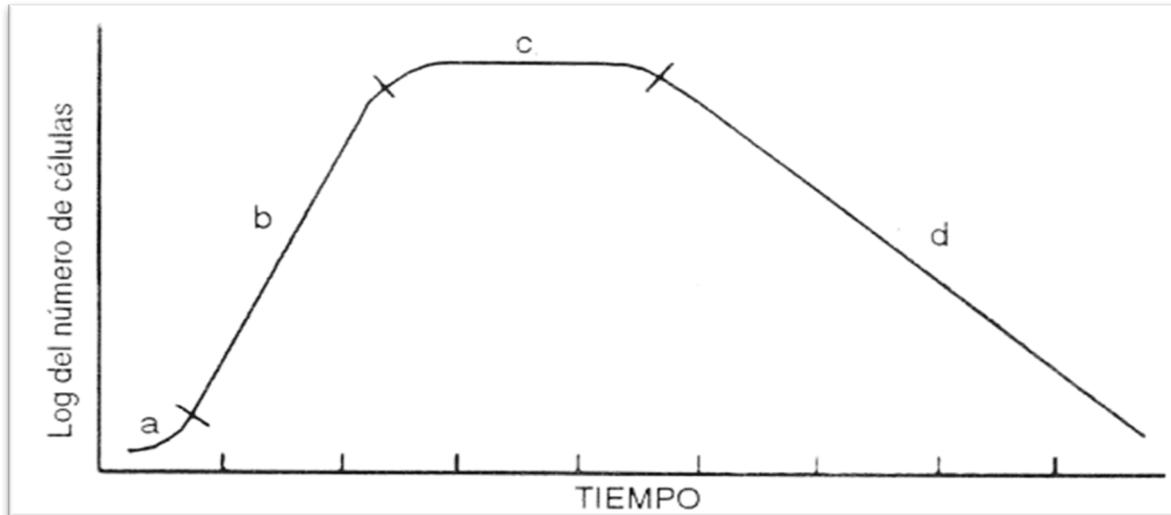
b. Fase exponencial: Las bacterias se dividen activamente por fisión binaria (una célula se divide en dos idénticas) y el crecimiento poblacional es rápido y constante, siempre que haya nutrientes disponibles **(Forbes, 2002).**

c. Fase estacionaria: Cuando llega el agotamiento de nutrientes o la acumulación de sustancias tóxicas, provoca finalmente la detención del crecimiento bacteriano. En esta fase, la pérdida de células por muerte se equilibra con la formación de nuevas, lo que mantiene estable el número de bacterias viables. Aunque el conteo total de células puede aumentar ligeramente, la población viable no presenta cambios significativos. **(Forbes, 2002).**

d. Fase de muerte: Comienza cuando la tasa de muerte se incrementa, el número de bacterias viables disminuye rápidamente y, por lo tanto, la curva de crecimiento declina. Esto provoca que la bacteria vuelva a la fase de latencia nuevamente **(Forbes, 2002).**

Figura 2

Ciclo biológico de la bacteria



Fuente: Forbes (2002)

4.2.10 Aislamiento del cultivo

Para el aislamiento del cultivo se comienza con la recolección de muestras en el campo. Se corta la parte dañada de la planta, se cubre con una toalla de papel y se coloca en una bolsa de papel previamente codificada. Luego, las muestras se transportan en una caja Technoport con gel refrigerante hasta el laboratorio. Una vez allí, se limpian con agua destilada estéril, se cortan en trozos y se machacan en un mortero. Los tejidos triturados se transfieren a placas Petri con agar nutritivo. Después de 48 horas, las placas se examinan bajo un microscopio estereoscópico. Al observar colonias de diversos tamaños y formas, se toma una unidad formadora de colonias (UFC) con un asa Kolle y se coloca en un tubo Eppendorf con agua destilada. Esto genera una suspensión bacteriana que se siembra en agar nutritivo (AN) y se incuba a 27 °C durante 48 horas. Este proceso se repite hasta obtener colonias axénicas (**Requis, 2020**).

La bacteria se aísla convencionalmente utilizando el medio de cultivo selectivo Pectato Violeta de Cristal (CVP). En este medio, la capacidad del aislado para descomponer el pectato se demuestra por el crecimiento de colonias incoloras, características de *Pectobacterium carotovorum* (Scala, 2018). Sin embargo, es importante reconocer que la presencia de numerosas bacterias saprofitas en la misma muestra puede dificultar significativamente el aislamiento del agente causante de la podredumbre blanda cuando se utiliza este medio de cultivo (Amaya, 2021).

El aislamiento de la bacteria puede realizarse en medios como el Agar carbonato de dextrosa de levadura (YDC), el Agar nutriente (NA) y el Caldo de soja tripticasa (TSBA). Las especies pueden identificarse y diferenciarse mediante incubación a varias temperaturas. Sin embargo, este método no es adecuado para exámenes regulares de tubérculos de patata, ya que no todas las cepas de *Pectobacterium* pueden ser identificadas utilizando esta técnica (Gorris, 1994).

4.2.11 Cultivo puro

Para los dos grupos de *Erwinias* (las *Erwinias pectinolíticas* y el grupo verdadero), se han propuesto numerosas clasificaciones taxonómicas, con *Erwinia amylovora* y *Pectobacterium carotovorum* como especies representativas, respectivamente. Ambos géneros se mantienen dentro de la familia *Enterobacteriaceae* debido a varias razones. Entre los principales factores para distinguirlos se encuentran sus patrones metabólicos, las enfermedades que causan (*Erwinia* causa necrosis biliar, marchitez y podredumbre seca, mientras que *Pectobacterium* causa podredumbre blanda) y la estrecha relación genética intragrupo, determinada mediante técnicas de hibridación de ADN y cromatografía de hidroxapatita (Brenner, 1974).

El género *Pectobacterium* incluye bacterias pectinolíticas, es decir, que descomponen la pectina. Estas bacterias son bacilos gramnegativos con un tamaño que varía entre 0.5–1.0 µm de

ancho y 1.0–3.0 μm de largo, y presentan extremos redondeados. Suelen encontrarse de manera individual, en pares o, ocasionalmente, formando cadenas. Son móviles gracias a la presencia de flagelos peritricos (distribuidos alrededor de la bacteria) y son anaerobias facultativas, lo que les permite vivir tanto en presencia como en ausencia de oxígeno. Estas bacterias utilizan diversos compuestos como fuente de carbono, entre ellos arabinosa, citrato, glucosa y pectina, pero no pueden metabolizar otros como adipato o sorbosa. También producen β -galactosidasa y sulfuro de hidrógeno (H_2S). Se encuentran comúnmente en el agua, el suelo y en insectos. Actúan como patógenos en plantas, causando enfermedades como la pudrición blanda y la marchitez vascular en diversos cultivos (**Coutinho, 2021**).

4.2.12 Síntomas

Los síntomas pueden aparecer en cualquier fase de la fenología del huésped, tanto en cultivos de invernadero como en campo abierto. Cuando la infección se extiende a los tallos, es posible observar síntomas aéreos en una o varias plantas. Las hojas pueden mostrar signos de necrosis y clorosis, mientras que en los tallos se identifican lesiones blandas y húmedas. A medida que estas lesiones avanzan, provocan la pudrición completa del tallo, lo que finalmente lleva al colapso de la planta (**Rosa, 2017**).

Un síntoma secundario de las plantas enfermas es el amarillamiento y marchitamiento progresivo, que comienza en las hojas basales y avanza hacia toda la planta. Al realizar un corte, se observa una podredumbre blanda de color verde oscuro a marrón oscuro en la médula a nivel del cuello (**Requis, 2020**).

4.2.13 Control de la bacteria

Control cultural: Para el control cultural se recomienda la rotación de cultivos, preferiblemente con plantas resistentes como las leguminosas, considerando un período de rotación de tres a ocho años. Igualmente, se debe realizar una poda higiénica, cortando 15 cm por debajo del borde de avance de la lesión. (Florencio, 2017).

Control químico: El azufre y el antibiótico de la agrimicina reducen significativamente la capacidad de la bacteria para desarrollarse (Aquino, 2009). Por otro lado, los productos a base de cobre como el gluconato de cobre, el proteinato de cobre y el proteinato de calcio son efectivos para controlar la pudrición blanda (Requis, 2020).

Uno de los antibióticos más utilizados es la estreptomicina, que se emplea para controlar *Pectobacterium carotovorum*. El tratamiento consiste en sumergir los hijuelos en una solución que contiene mercurio, hipoclorito de oxitetraciclina y estreptomicina. Este procedimiento, que debe realizarse antes de la siembra, puede reducir significativamente la aparición de la enfermedad (Amaya, 2021).

Control biológico: Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, como *Pseudomonas fluorescens* (Migula), y las bacterias endofíticas son microorganismos eficaces para el control de *Pectobacterium carotovorum*. Por otro lado, *Bacillus subtilis* es un antagonista muy eficaz en la reducción de la podredumbre blanda en tubérculos de patata, gracias a su notable capacidad para sobrevivir en condiciones desfavorables mediante la formación de endosporas (Amaya, 2021). El hongo *Trichoderma reesei* muestra un efecto antagónico contra *Pectobacterium carotovorum*, logrando hasta un 63% de inhibición (Umaña, 2019).

4.3 Definición de términos

Aislamiento: El proceso de aislamiento de un patógeno consiste en separar el microorganismo causante de una enfermedad de su planta hospedera. Posteriormente, el patógeno se transfiere a un entorno controlado, como un medio de cultivo nutritivo. **(Gonzales, 1981).**

Bacteria: Son microorganismos procariotas que no suelen tener clorofila y proliferan por fisión binaria o transversal, cisiparación o formación de esporas. Carecen de un núcleo bien definido rodeado por una membrana; en su lugar, el citoplasma contiene todo su material genético. Son unicelulares y suelen clasificarse según su forma; pueden ser espirales, esféricas, bacilos o en forma de coma **(Kadir, 2021).**

Bactericida: Se refiere a cualquier sustancia o factor que posea la capacidad de eliminar o provocar la muerte de bacterias, ya sea a través de mecanismos directos o indirectos, afectando su estructura o funcionamiento esencial para la vida. **(Kadir, 2021).**

Caldo bacteriano: Es un medio de cultivo líquido para bacterias heterotróficas contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento y multiplicación de bacterias en condiciones controladas **(Agrios, 2004).**

Cultivo puro: Es el proceso mediante el cual se promueve el crecimiento exclusivo de un solo tipo de microorganismo, asegurando que todas las condiciones sean completamente estériles y libres de contaminación externa **(Rivera, 2007).**

Cultivo envenenado: Es un cultivo microbiano que ha sido contaminado o alterado por la presencia de sustancias tóxicas o inhibidoras, lo que afecta el crecimiento normal de los microorganismos **(Agrios, 2004).**

Caracterización fenotípica: Es la investigación y descripción de los rasgos morfológicos, bioquímicos y respuestas fisiológicas de un organismo que surgen de la interacción de su entorno y su genética (Agrios, 2004).

Identificación: Es el método utilizado para identificar el grupo taxonómico al que pertenece el organismo o el aislado en cuestión. (Kadir, 2021).

Incidencia: La incidencia se define como la proporción de individuos enfermos en relación con la población total, expresada en porcentaje. El análisis se basa en la presencia o ausencia de enfermedad en cada individuo (Kadir, 2021).

Insumo: Es cualquier recurso, material o producto utilizado en la producción agrícola para mejorar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, así como para facilitar y optimizar las operaciones agrícolas (Kadir, 2021).

Medio de cultivo: Un medio de cultivo es un sustrato nutritivo especialmente formulado, diseñado para proporcionar las condiciones óptimas que permiten el crecimiento, desarrollo y reproducción de microorganismos o células vegetales (Agrios, 2004).

Patogenicidad: Es la capacidad de un organismo, como un hongo, bacteria, virus o nematodo, para causar enfermedad en una planta hospedera. (Kadir, 2021).

Patógeno: Es un agente biológico, químico o físico con la capacidad inherente de inducir o causar enfermedades en organismos vivos, afectando su salud y funcionamiento normal. (Kadir, 2021).

Pudrición bacteriana: Es una enfermedad causada por bacterias patógenas que afectan los tejidos vegetales, provocando su descomposición y deterioro (Kadir, 2021).

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Tipo de investigación:

Enfoque Cuantitativo: Este enfoque se utilizó debido a la necesidad de medir con precisión los efectos de diferentes insumos en el control de la pudrición bacteriana en el cultivo de piña Golden. Los datos se analizaron estadísticamente para determinar patrones, correlaciones y significancia.

Nivel Descriptivo: La investigación busca caracterizar fenotípicamente a la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en condiciones controladas, describiendo su comportamiento y características en ambientes específicos.

Diseño Experimental: Se optó por un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial en la fase "in vitro" y un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en la fase de campo. Esto permitió controlar las variables externas y asegurar que las diferencias observadas entre tratamientos sean atribuibles a los insumos utilizados.

5.2 Ubicación temporal

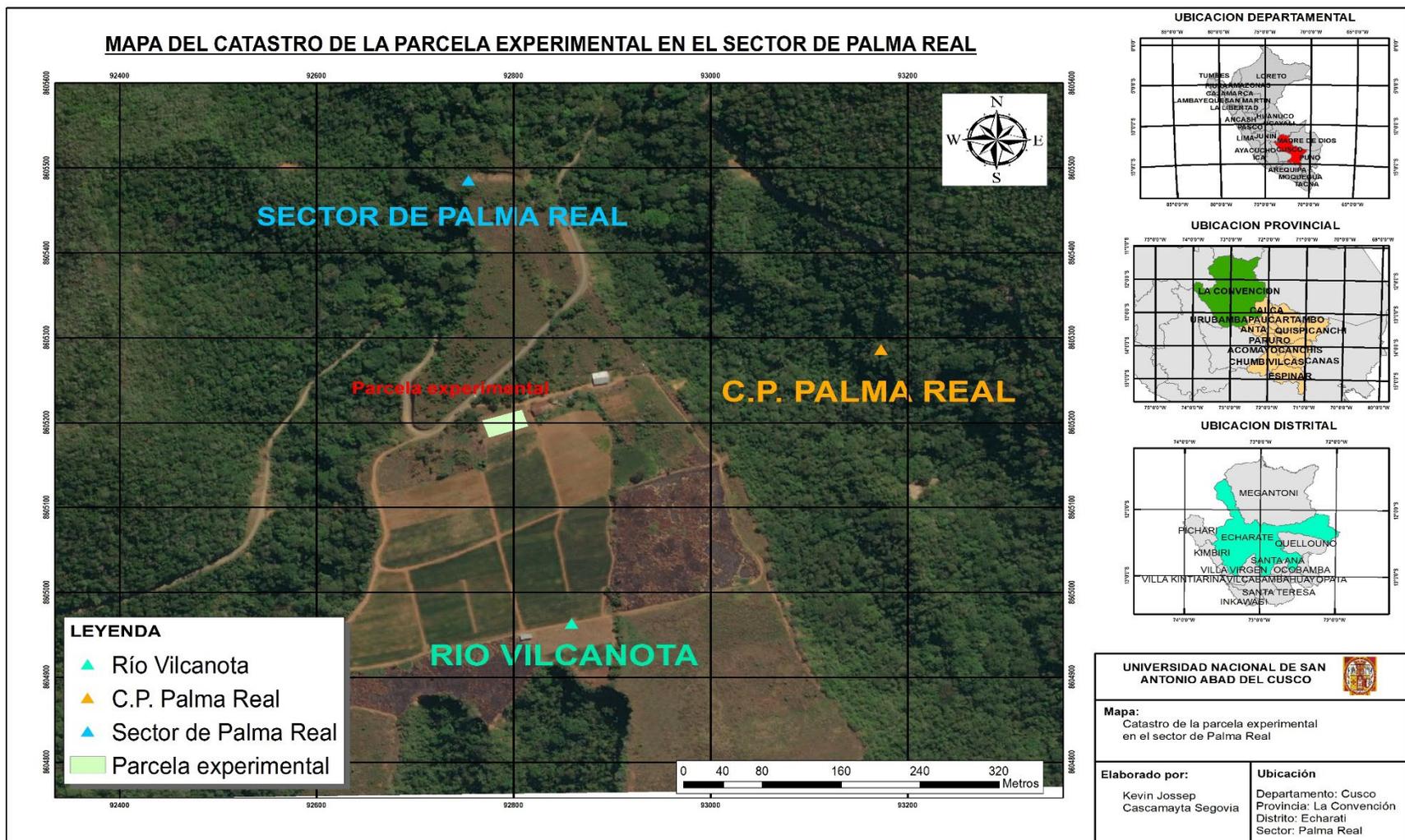
Se realizó en condiciones "in vitro" desde el 15 de febrero hasta el 3 de marzo del 2024 y en condiciones de campo desde el 15 de marzo hasta el 22 de septiembre del 2024.

5.3 Ubicación espacial

- Se realizó en condiciones "in vitro" en el laboratorio de fitopatología y microbiología de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba
- Se realizó en condiciones de campo en el sector de Palma Real, distrito de Echarati, La Convención.

Figura 3

Mapa de ubicación departamental, provincial y distrital del campo experimental



Fuente: Elaboración propia

5.3.1 Ubicación Política

Región: Cusco

Provincia: La Convención

Distrito: Echarati

5.3.2 Ubicación geográfica

Altitud: 886 msnm

Latitud: 12°35'27'' Sur

Longitud: 72°44'47'' Oeste

5.3.3 Ubicación Hidrográfica

Región hidrográfica : Amazonas

Cuenca : Urubamba

5.4 Ubicación ecológica

El sector de Palma Real, tiene temperatura promedio anual de 26°C, una precipitación acumulada anual de 1100 – 1300 mm/año y una humedad relativa anual del 68%, con estas características se ubica, en la zona de vida Bosque seco sub tropical (Bs – St). (**Holdridge, 1967**)

5.5 Materiales y Métodos

5.5.1 Materiales

➤ Materiales biológicos

- Hijuelos de piña Golden (*Ananas comosus L. Merr.*) y cepas aisladas de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana.

➤ **Materiales de campo**

- Estacas de madera, cordel, cuaderno de campo, lapicero, cámara fotográfica, laptop, carteles de madera, banner, cajas de tecnopor, pico, pala, machete, wincha y un tractor John Deere.

➤ **Equipos de laboratorio**

- Autoclave, cámara de flujo laminar, incubadora, cocina eléctrica, microscopio óptico, equipo de agua destilada, microondas y balanza eléctrica cap. de 2200g.

➤ **Insumos de laboratorio**

- Agar, dextrosa, azul de lactofenol, eritromicina, insumos (dolomita, Phyton 27, caldo bórdales y oxitetraciclina), hipoclorito de sodio al 1%, safranina, alcohol etanol, alcohol 96%, lugol, cristal violeta, medio de cultivo papa – dextrosa –agar (PDA), agar nutritivo y medio de cultivo McConkey.

➤ **Materiales de laboratorio**

- Placas petri de vidrio 90 mm de diámetro, placas petri descartable de 82 mm, asa mango de kolle, discos de 5 mm de diámetro de inóculo, mechero, bisturí, cuchillo, recipientes de vidrio, ollas, materiales de limpieza, cinta parafilm, matraz de erlenmeyer de 100 ml., porta objeto, cubre objeto, papel toalla, cinta adhesiva, tubos de ensayo, pipeta automática, algodón, mascarillas, guantes, marcador y bata de laboratorio.

5.5.2 Metodología

5.5.2.1 Metodología realizada “in vitro”

➤ Diseño experimental

El diseño experimental para condiciones “in vitro” fue por Diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, con 15 tratamientos, 5 repeticiones; 2 factores (Insumos y dosis):

- **Factor A:** Insumos (caldo bordelés, oxitetraciclina, dolomita, Phytion 27, testigo)
- **Factor B:** Dosis (baja, media y alta)

Los resultados obtenidos fueron procesados por el paquete estadístico S.A.S versión 8 y Excel, determinándose el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05.

➤ Tratamientos evaluados

Tabla 1

Tratamientos “in vitro”

CLAVE	TRATAMIENTOS		
	Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis
T1	Caldo bordelés	Sulfato de cobre	Baja (7.5 g/l)
T2			Media (10 g/l)
T3			Alta (12.5 g/l)
T4	Oxitetraciclina	Oxitetraciclina	Baja (1 g/l)
T5			Media (2 g/l)
T6			Alta (4 g/l)
T7	Dolomita	Carbonato de calcio y magnesio	Baja (35 g/l)
T8			Media (50 g/l)
T9			Alta (100 g/l)
T10	Phytion 27	Sulfato de cobre pentahidratado	Baja (1.5 ml/l)
T11			Media (3 ml/l)
T12			Alta (6 ml/l)
T13	Testigo	Sin ingrediente activo	(0 ml/l)
T14			(0 ml/l)
T15			(0 ml/l)

Fuente: Elaboración propia

➤ **Características de la unidad experimental**

En condiciones “in vitro”, las unidades experimentales consistieron en placas de Petri que contenían el medio de cultivo Agar Nutritivo (AN). En cada una de estas placas, se evaluó la inhibición de la bacteria bajo los tratamientos correspondientes.

➤ **Conducción del experimento “in vitro”**

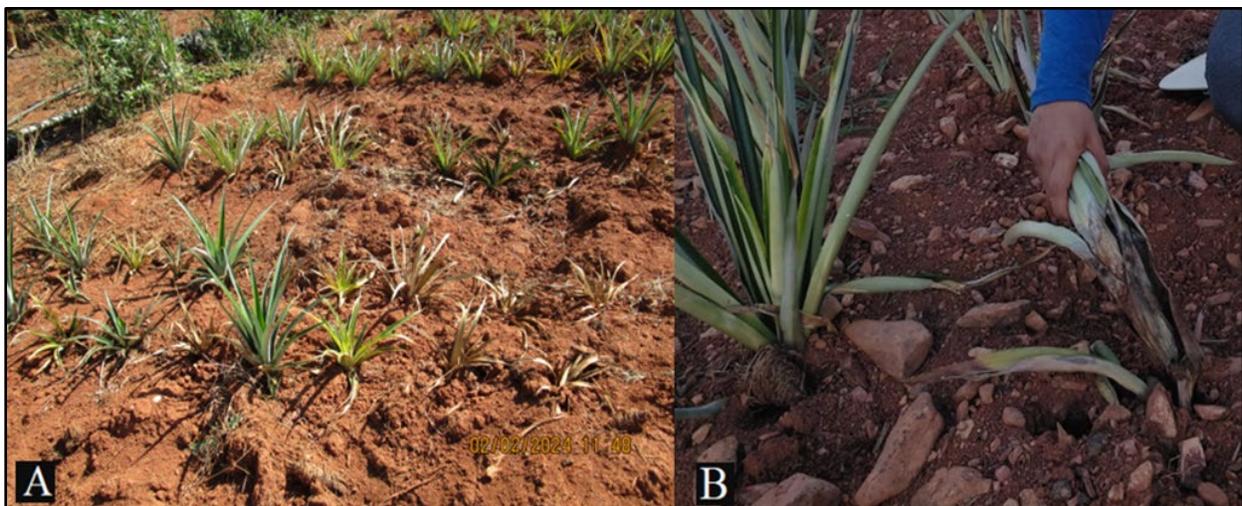
• **Caracterización fenotípica de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana**

a. Descripción de síntomas de la pudrición bacteriana en piña Golden.

En el campo, a los 30 días después de la plantación, las plantas de piña afectadas muestran pudrición bacteriana ascendente en el cogollo. Los síntomas primarios se inician en el cogollo de la planta y avanzan hacia la parte superior, lo que indica que la infección es de forma ascendente. Esta sintomatología se presenta en suelos pesados, es decir, con mayor contenido de arcilla, lo cual impide la filtración del agua de riego y lluvia. Por tanto, se produce una especie de caldo bacteriano que degrada los tejidos de la planta de piña (Requis, 2020).

Figura 4

Síntoma de la pudrición bacteriana en el cultivo de piña Golden



b. Recolección de muestras

La actividad se realizó el 15 de febrero del 2024, se recolectó 4 muestras del tejido infectado en campo, para lo cual, nos dirigimos a la parcela de piña Golden del sector de Palma Real a diferentes alturas (844, 854, 861 y 873 msnm), donde colectamos cogollos con pudrición bacteriana de plantas en etapa fenológica vegetativa de piña Golden. Las muestras se embolsaron en bolsas polipropileno brillante y se trasladó al laboratorio en cajas de tecnopor (**French, 1980**).

Figura 5

Muestras de tejido infectado



Tabla 2

Coordenadas geográficas y altitud de las cepas

CEPA	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
C1	844 msnm	12°35'35"S	72°44'50"W
C2	854 msnm	12°35'33"S	72°44'48"W
C3	861 msnm	12°35'32"S	72°44'48"W
C4	873 msnm	12°35'29"S	72°44'47"W

Fuente: Elaboración propia

b. Aislamiento de la bacteria.

El aislamiento se realizó el 16 de febrero del 2024 en el laboratorio de fitopatología y microbiología de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba con ayuda del Ing. Dilman Paricoto, la metodología fue por caldo de cultivo. **French (1980)**

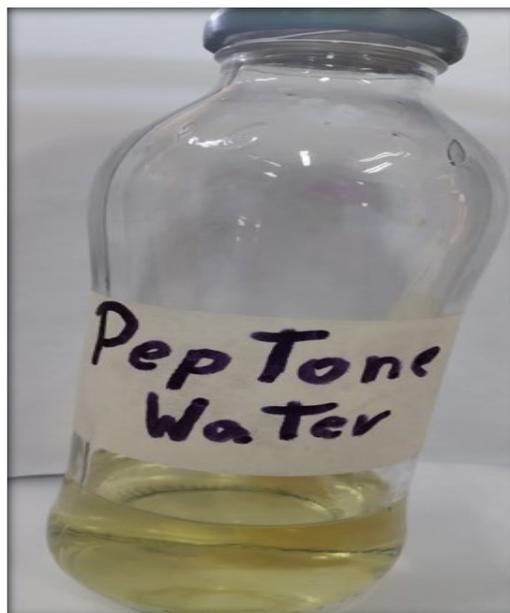
➤ **Agua peptonada (g/L)**

- Peptona de carne: 10
- Cloruro de sodio: 5
- pH final: 7.2

Se suspendió 15 g del polvo en 1 litro de agua destilada. Se mezcló calentando hasta una ebullición durante 1 minuto, para luego distribuirlo en recipientes apropiados. Se esterilizó en autoclave a 121°C durante 30 minutos.

Figura 6

Medio de cultivo de agua peptonada



➤ **Siembra del tejido enfermo en agua peptonada**

La siembra del tejido enfermo se llevó a cabo el 16 de febrero del 2024, en donde el tejido enfermo se cortó con un bisturí, seleccionando solo las partes afectadas por la pudrición bacteriana, para luego lavarlo con agua destilada y detergente.

Figura 7

Tejido enfermo cortado



Se enjuagó con agua destilada y se desinfectó con hipoclorito de sodio al 1%, durante 30 segundos, pasado el tiempo, nuevamente de enjuago con agua destilada y se procedió a colocar con unas pinzas el tejido enfermo en 100 ml de agua peptonada, se dejó incubar a temperatura ambiente por 7 días (French, 1980).

Figura 8

Tejidos incubados en agua peptonada



c. Pruebas fenotípicas de la bacteria.

Las pruebas fenotípicas de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana, fueron realizadas el 23 y 24 de febrero del 2024, se realizó las siguientes pruebas fenotípicas para cada muestra.

Tabla 3

Pruebas fenotípicas

Pruebas fenotípicas	Aislamientos			
	C1	C2	C3	C4
Tinción Gram	+/-	+/-	+/-	+/-
Sensibilidad a eritromicina	+/-	+/-	+/-	+/-
Pudrición blanda en papa	+/-	+/-	+/-	+/-
Pudrición blanda en zanahoria	+/-	+/-	+/-	+/-
Crecimiento a 37 °C	+/-	+/-	+/-	+/-
Fermentadoras de lactosa	+/-	+/-	+/-	+/-

Fuente: Elaboración propia

Tinción Gram: Se realizó el 23 de febrero del 2024 para determinar si la bacteria en estudio es Gram negativa o Gram positiva (**French, 1980**).

- Con un asa de siembra se tomó una colonia y se colocó en una porta objeto con el fin de preparar un frotis bacteriano
- Se tiñó con cristal violeta durante 30 segundos.
- Enjuagar con agua destilada el exceso de colorante
- Se añadió lugol, esperar un minuto
- Decolorar con etanol al 95%, 20 segundos.

- Lavar con agua.
- Añadir el colorante de contraste, safranina, esperar 1 minuto.
- Lavar con agua.
- Observar al microscopio (x40, x100).

Sensibilidad a eritromicina: La actividad se realizó el 23 de febrero del 2024 en el medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA), se añadió 1 ml/L de bacteria antes del plaqueo, cuando solidifico el medio de cultivo, se siembra discos de 5 mm de diámetro de eritromicina (6 rodajas por placa), pasado 48 horas se procedió a observar. **(French, 1980).**

Pudrición blanda en papa y zanahoria: Se llevó a cabo el 24 de febrero del 2024, se procedió a lavar con detergente una papa y una zanahoria, y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1% durante 5 minutos. Posteriormente, se realizaron heridas inducidas en cada tubérculo con un bisturí estéril (incisiones de 2 mm de profundidad y 5 mm de longitud). A cada herida se le inocularon 100 µl de una suspensión de la bacteria. y finalmente se incubaron a 25 °C durante 24 horas para su observación **(French, 1980).**

Crecimiento a 37 °C: La actividad se llevó a cabo el 24 de febrero de 2024. En el medio de cultivo agar nutritivo se sembró la bacteria, se incubó a 37 °C y se observó el crecimiento después de 72 horas **(French, 1980).**

Fermentadoras de lactosa: La actividad se realizó el 24 de febrero de 2024 utilizando el medio de cultivo McConkey. Se sembraron colonias de la bacteria para observar la coloración rosada, la cual indica la capacidad de fermentar lactosa. Los resultados se observaron después de 24 horas **(French, 1980).**

- **Efecto de los cuatro insumos “in vitro”**

La evaluación de los diferentes insumos se realizó el 25 de febrero del 2024 con las muestras ya identificadas a fin de determinar la inhibición de cada uno de ellos en el control de *Pectobacterium* spp. Se probaron dosis baja, media y alta, según lo recomendado por la casa comercial (**Anexos, 9.1**) y la inhibición de cada insumo fue determinada por la técnica del medio de cultivo envenenado (**French, 1980**).

Se utilizó agar nutritivo (AN) envenenado para evaluar dosis baja, media y alta. Para ello, se prepararon erlenmeyers con 100 ml de medio agar nutritivo cada uno, llevándolos a punto de plaqueo. En cada erlenmeyer, se añadió un insumo correspondiente al tratamiento, se mezcló y homogenizó, y luego se plaqueó vertiendo aproximadamente 20 ml por placa Petri. El medio se dejó reposar hasta su solidificación. Para cada tratamiento, se prepararon 5 placas Petri, siguiendo el mismo procedimiento. En el caso del testigo, no se añadió ningún insumo. Con una pipeta se sembró el *Pectobacterium* spp., estas fueron previamente seriadas con 4 diluciones sucesivas y se dejó a temperatura ambiente por 7 días para su posterior evaluación (**French, 1980**).

- **Parámetro de evaluación “in vitro”**

Transcurrido 7 días después de la siembra de *Pectobacterium* spp. en los medios de agar nutritivo envenenado, el 3 de marzo del 2024 se observó diferentes cantidades de colonias por tratamiento, seguidamente se cuantificó en unidades formadoras de colonias (ufc/ml), para lo cual se realizó la dilución seriada de cada tratamiento. Se realizó 4 diluciones decimales sucesivas (1:10000) (**French, 1980**).

$\text{ufc/ml} = \text{Número de colonias en placa} \times \text{inversa dilución de la muestra}$

Fuente: French (1980)

5.5.2.2 Metodología realizada en campo

➤ Diseño experimental

El diseño experimental para condiciones en campo fue por el Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres bloques, cinco tratamientos y 15 unidades experimentales. Los bloques fueron acomodados en filas como se muestra en la figura del campo experimental. Las unidades experimentales fueron distribuidas en los bloques en forma aleatoria utilizando el método del balotario sin restitución.

Los resultados obtenidos fueron procesados por el paquete estadístico S.A.S versión 8 y Excel determinándose el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05.

➤ Tratamientos evaluados

Los tratamientos seleccionados para la fase de campo corresponden a aquellos que demostraron los mejores resultados “in vitro”, considerando tanto su eficacia técnica como su rentabilidad económica.

Tabla 4

Tratamientos para campo

CLAVE	TRATAMIENTOS		
	Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis
P1	Phyton 27	Sulfato de cobre pentahidratado	1.5 ml/l
P2	Dolomita	Carbonato de calcio y magnesio	100 g/l
P3	Oxitetraciclina	Oxitetraciclina	1 g/l
P4	Caldo bordelés	Sulfato de cobre	7.5 g/l
T	Testigo	Sin aplicación	Sin dosis

Fuente: Elaboración propia

5.5.3 Características del campo experimental

➤ Dimensiones del campo experimental

- Largo: 14.80 m
- Ancho: 28.40 m
- Área total: 420.32 m²
- Área neta: 312.00 m²

➤ Número y dimensiones de Bloques

- N° de bloques: 3
- Ancho de bloque: 26.00 m
- Largo de bloque: 4.00 m
- Área del bloque: 104.00 m²

➤ Número y dimensiones de unidades experimentales

- Total, de unidades experimentales: 15
- Largo: 4.00 m
- Ancho: 5.20 m
- Área: 20.80 m²

➤ Número y dimensiones de Surcos melliceros:

- N° de surcos melliceros por parcela experimental: 3
- Distancia entre surcos melliceros: 1.4 m
- Longitud de los surcos melliceros: 5.20 m
- Profundidad del surco: 0.30 m

➤ **Número de plantas:**

- Número de plantas / surco mellicero:	26
- Número de plantas / unidad experimental:	78
- Número de plantas / tratamiento:	234
- Número de plantas / bloque:	390
- Número de plantas / campo experimental:	1170

Figura 9

Croquis del campo experimental con tratamientos

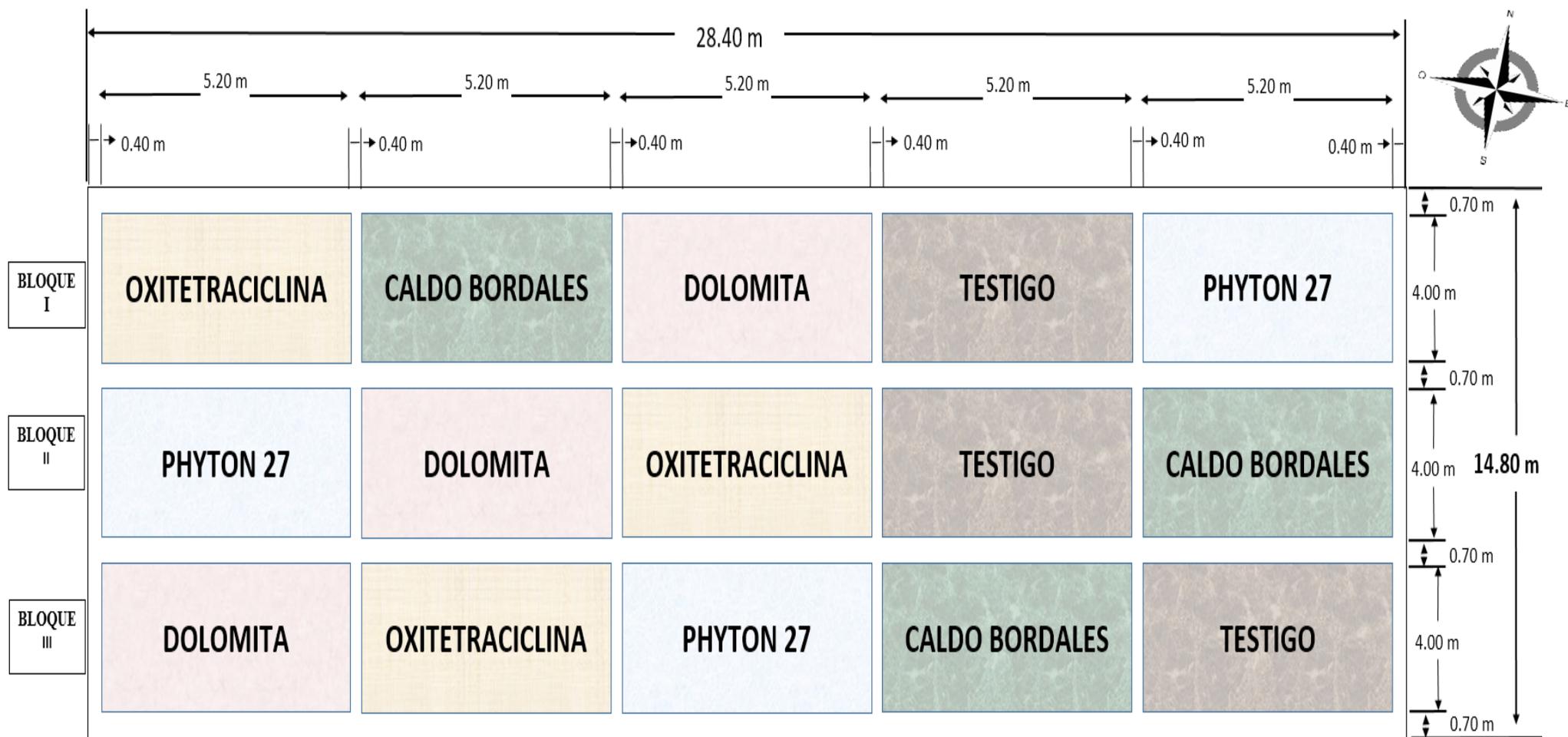
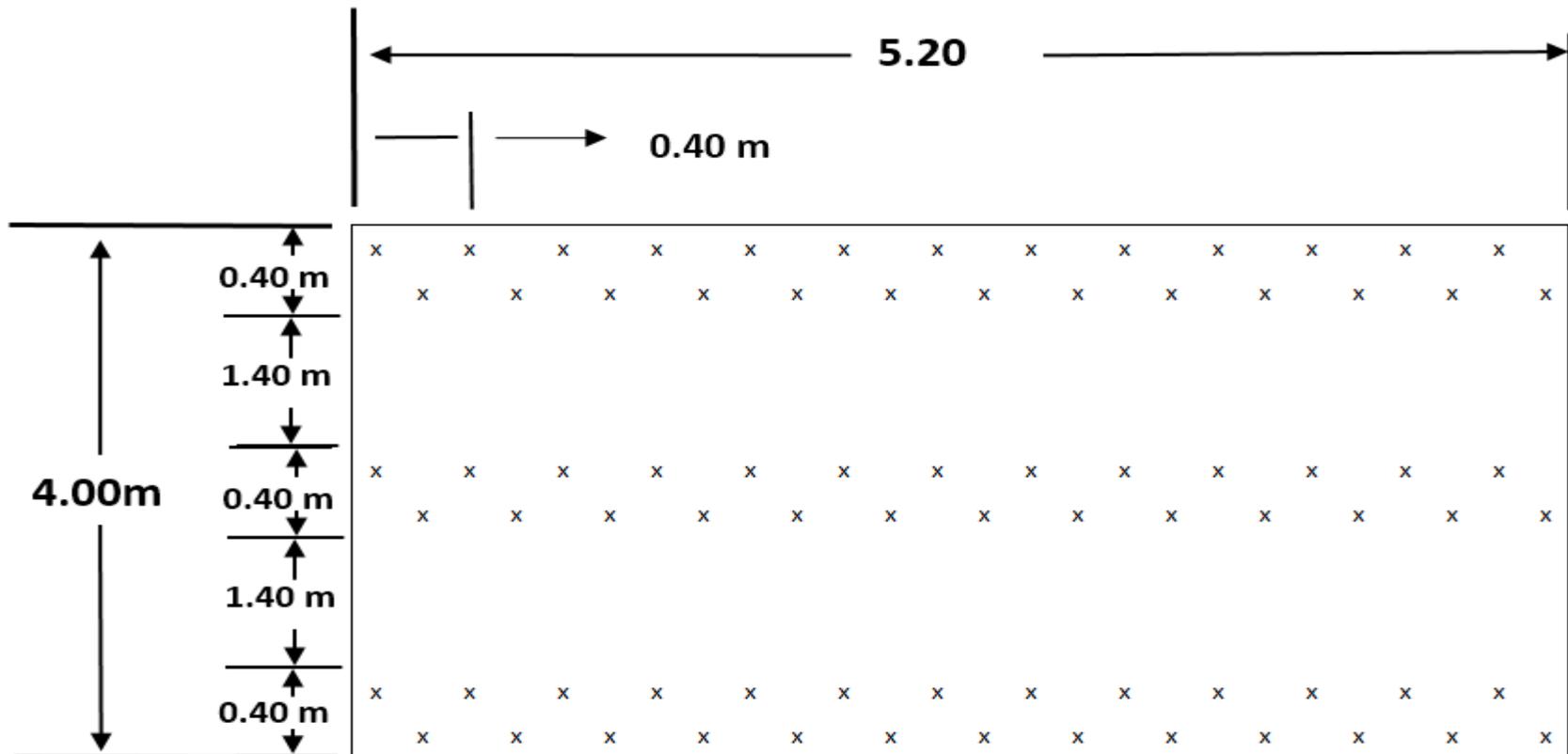


Figura 10

Croquis de una unidad experimental



5.5.4 Operacionalización de las variables.

Tabla 5

Operacionalización de las variables

Objetivos específicos	Variables independientes	Variables Dependientes
O.E.2	Phyton 27 (1.5 ml – 3 ml – 6 ml / l)	Número de Unidades formadoras de Colonias (ufc/ml) insumos, dosis e interacción (Insumo*dosis)
	Dolomita (35 gr – 50 gr – 100 gr / l)	
	Caldo bordelés (7.5 gr – 10 gr – 12.5 gr / l)	
	Oxitetraciclina (1 gr – 2 gr – 4 gr / l)	
O.E.3	Phyton 27 (22.5 ml / 15 l)	Porcentaje de Incidencia (%) Número de plantas enfermas por tratamiento.
	Dolomita (1500 gr / 15 l)	
	Caldo bordelés (112.5 gr / 15 l)	
	Oxitetraciclina (15 gr / 15 l)	

5.5.5 Conducción del experimento en campo

➤ Preparación del terreno:

El terreno elegido fue una parcela disponible en el sector de Palma Real, en dicha parcela ya hubo reportes de la pudrición bacteriana en el suelo, por lo que es ideal para llevar a cabo el experimento en campo.

➤ Limpieza del área experimental:

Esta actividad fue realizada el 15 de marzo del 2024, se eliminó malezas y arbustos de forma manual.

➤ Arado del terreno:

La actividad se llevó a cabo el 18 de marzo del 2024; el cultivo de piña Golden es un cultivo de alta densidad de siembra, es recomendable el arado del terreno, para lo cual se utilizó un tractor agrícola realizando una remoción de 30 cm de profundidad.

➤ Trazado del terreno:

El 19 de marzo del 2024, se realizó el marcado del terreno utilizando ccontay, cordel, wincha y estacas, se hizo el replanteo de acuerdo a las dimensiones indicados, teniendo como referencia el croquis.

➤ Desinfestación de hijuelos de piña Golden:

La labor fue realiza el 19 de marzo del 2024 en donde los hijuelos de piña se desinfectaron contra la cochinilla harinosa, *Phytophthora* spp. con los siguientes productos:

- Dimetoato : 1 ml/L
- Chlorpyrifos : 1 ml/L
- Fosetil aluminio : 2 g/L

➤ **Plantación de hijuelos:**

La actividad se realizó el 20 de marzo de 2024. Previamente, el suelo fue regado para alcanzar su capacidad de campo. Se utilizaron hijuelos de piña Golden, los cuales tenían un tamaño de entre 25 y 35 cm. Para la plantación, se hicieron hoyos de 15 cm de profundidad, se introdujo la base del hijuelo y se rellenó con tierra.

➤ **Aplicación de tratamientos:**

La aplicación de los tratamientos comenzó el 20 de marzo de 2024, coincidiendo con la plantación de los hijuelos. Las aplicaciones se realizaron mensualmente, desde el 20 de abril hasta el 20 de septiembre, completando un total de 7 aplicaciones.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: (P1) Phyton 27 (22.5 ml/15 litros), (P2) dolomita (1500 g/15 litros), (P3) oxitetraciclina (15 g/15 litros), (P4) caldo bordelés (112.5 g/15 litros) y (T) testigo.

➤ **Preparación de tratamientos**

La preparación de los tratamientos fue elaborada el mismo día en el que se realizaron las aplicaciones, con el fin de asegurar la correcta reacción de todos los tratamientos. De acuerdo a los resultados obtenidos “in vitro” se seleccionaron las dosis bajas por ser estadísticamente iguales a las dosis medias y altas; y por ser más rentable económicamente.

La aplicación fue realizada con una mochila fumigadora de 15 litros de capacidad, la cual con los cálculos correspondientes para cada tratamiento se realizó las aplicaciones.

Tabla 6*Dosis de los tratamientos utilizados en campo*

CLAVE	TRATAMIENTOS		
	Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis
P1	Phyton 27	Sulfato de cobre pentahidratado	22.5 ml/ 15 litros
P2	Dolomita	Carbonato de calcio y magnesio	1500 g/ 15 litros
P3	Oxitetraciclina	Oxitetraciclina	15 g/ 15 litros
P4	Caldo bordelés	Sulfato de cobre	112.5 g/ 15 litros
T	Testigo	Sin aplicación	Sin dosis

➤ **Evaluación de incidencia:**

La actividad se llevó a cabo el 22 de septiembre del 2024. La incidencia se evaluó solo una vez al finalizar la etapa vegetativa de la piña Golden.

Para este procedimiento se observó para cada tratamiento, el número de cultivos de piña Golden que presentaban la sintomatología de la enfermedad. Seguidamente para su interpretación se convirtió en porcentaje con la siguiente formula:

$$\% \text{ incidencia} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de plantas enfermas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \right) \times 100$$

Fuente: French (1980)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Parámetros evaluados “in vitro”

- Caracterización fenotípica de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en condiciones “in vitro”

Tabla 7

Resultado de las diferentes pruebas de detección

Pruebas fenotípicas	Aislamientos			
	C1	C2	C3	C4
Tinción Gram	-	-	-	-
Sensibilidad a eritromicina	-	-	-	-
Pudrición blanda en papa	+	+	+	+
Pudrición blanda en zanahoria	+	+	+	+
Crecimiento a 37 °C	+	+	+	+
Fermentadoras de lactosa	+	+	+	+

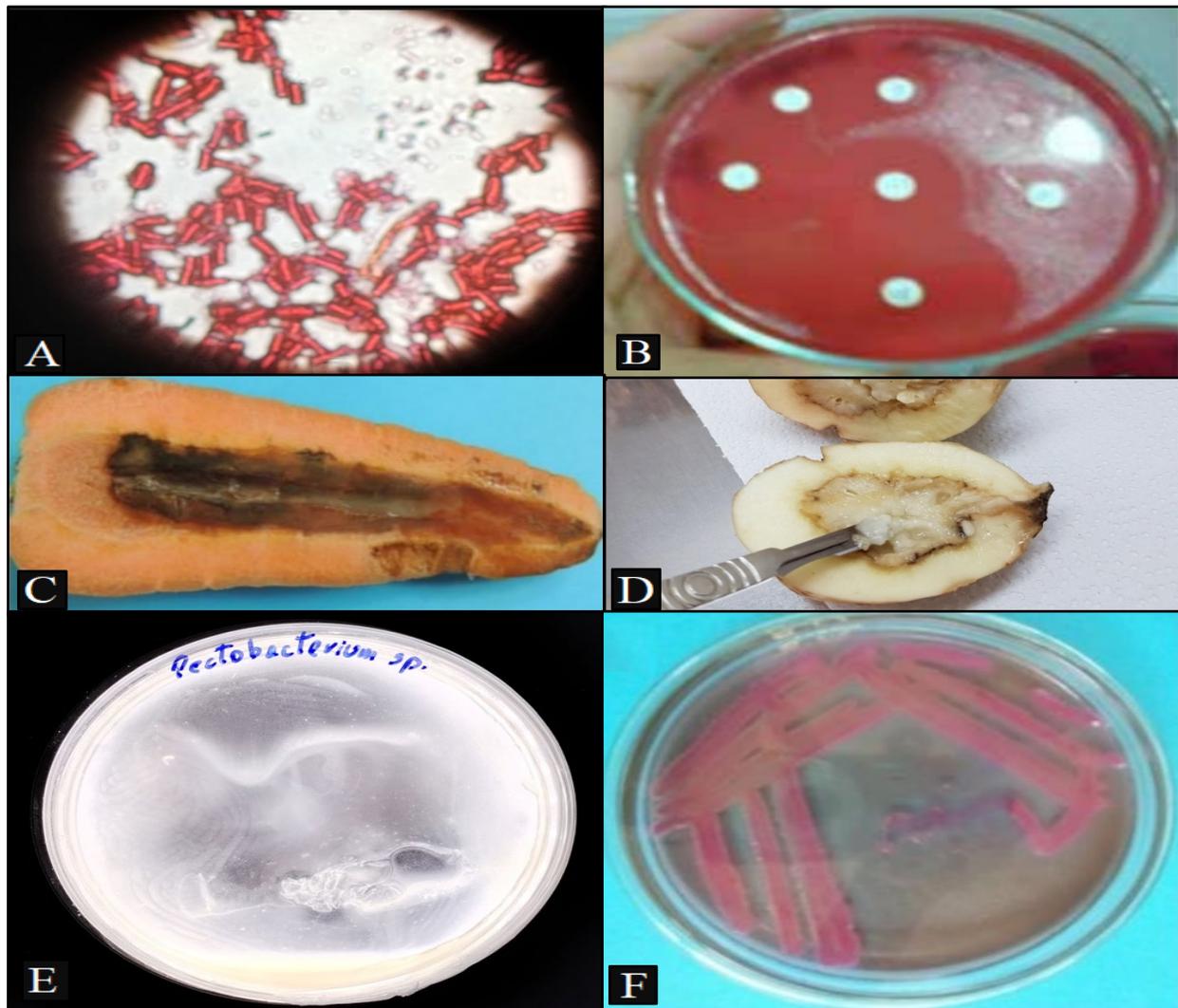
En medio de cultivo agar nutritivo, las colonias presentaron; consistencia mucoide-brillante de color amarillo cremoso, forma circular, convexa con bordes enteros, estos rasgos son característicos del género *Pectobacterium* spp.

- A: La tinción Gram permitió observar la morfología de la bacteria, que fueron forma de bacilo, coloración roja – rosado, perteneciente al grupo Gram negativo.
- B: La bacteria no muestra sensibilidad al antibiótico de eritromicina, por tanto, no logra inhibirlo.

- C y D: Al realizar inoculación en tubérculo de papa y zanahoria con la bacteria aislada, esta logra causar patogenicidad en forma de pudrición del tejido.
- E: Presento crecimiento y formación de colonia a 37 °C.
- F: Las colonias sembradas en medio de cultivo McConkey tomaron una coloración rosada, indicando de esta manera la capacidad de fermentar lactosa.

Figura 11

Pruebas de detección



- Efecto de cuatro insumos en la inhibición del desarrollo de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en condiciones “in vitro”

Tabla 8

Resultados de número de colonias

Tratamientos	Repeticiones					Sumatoria	Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5		
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T7	25.00	20.00	28.00	22.00	32.00	127.00	25.40
T8	24.00	21.00	23.00	18.00	20.00	106.00	21.20
T9	20.00	18.00	22.00	20.00	16.00	96.00	19.20
T10	32.00	26.00	28.00	33.00	34.00	153.00	30.60
T11	33.00	38.00	40.00	29.00	36.00	176.00	35.20
T12	28.00	34.00	40.00	35.00	30.00	167.00	33.40
T13	45.00	42.00	37.00	41.00	40.00	205.00	41.00
T14	35.00	45.00	40.00	39.00	43.00	202.00	40.40
T15	43.00	43.00	36.00	34.00	38.00	194.00	38.80

Tabla 9*Resultados de unidades formadoras de colonias (ufc/ ml)*

Tra.	Repeticiones					Sumatoria	Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5		
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T7	250,000	200,000	280,000	220,000	320,000	1,270,000	254,000
T8	240,000	210,000	230,000	180,000	200,000	1,060,000	212,000
T9	200,000	180,000	220,000	200,000	160,000	960,000	192,000
T10	320,000	260,000	280,000	330,000	340,000	1,530,000	306,000
T11	330,000	380,000	400,000	290,000	360,000	1,760,000	352,000
T12	280,000	340,000	400,000	350,000	300,000	1,670,000	334,000
T13	450,000	420,000	370,000	410,000	400,000	2,050,000	410,000
T14	350,000	450,000	400,000	390,000	430,000	2,020,000	404,000
T15	430,000	430,000	360,000	340,000	380,000	1,940,000	388,000

Tabla 10*Tabla auxiliar Insumos*Dosis:*

	b1	b2	b3	Sumatoria	Promedio
a1	0	0	0	0	0.00
a2	0	0	0	0	0.00
a3	1,270,000	1,060,000	960,000	3,290,000	219,333.33
a4	1,530,000	1,760,000	1,670,000	4,960,000	330,666.67
a5	2,050,000	2,020,000	1,940,000	6,010,000	400,666.67
sumatoria	4,850,000	4,840,000	4,570,000	14,260,000	
Promedio	194,000	193,600	182,800		190,133.33

Tabla 11*ANVA de la inhibición de colonias*

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
					0.05	
Tratamiento	14	2075098666666.670000	148221333333.333000	176.45	1.86	*
Insumos	4	2058418666666.670000	514604666666.667000	612.62	2.52	*
Dosis	2	2018666666.666500	1009333333.333250	1.20	3.15	NS
Insumos*Dosis	8	14661333333.333500	1832666666.666690	2.18	2.09	*
Error	60	50400000000	840000000.000000			
Total	74					
CV (%)	15.24					

En la (**Tabla 11**) el análisis de varianza para la inhibición de colonias de *Pectobacterium* spp., nos indica que hubo diferencias significativas al 95 % de confianza entre los tratamientos, insumos e interacción (insumos*dosis), es decir que hubo efecto de los insumos en la inhibición del desarrollo de la bacteria (*Pectobacterium* spp.); El mismo análisis indica que no presentaron

diferencias significativas al 95% de confianza entre las dosis. Cabe resaltar, que cuando la interacción es significativa, el análisis debe enfocarse en efectos simples. De igual manera, nos muestra que el coeficiente de variabilidad es de 15.24 %, el cual indica que, el conteo de las unidades formadoras de colonias de *Pectobacterium* spp., fue precisa y exacta.

Tabla 12

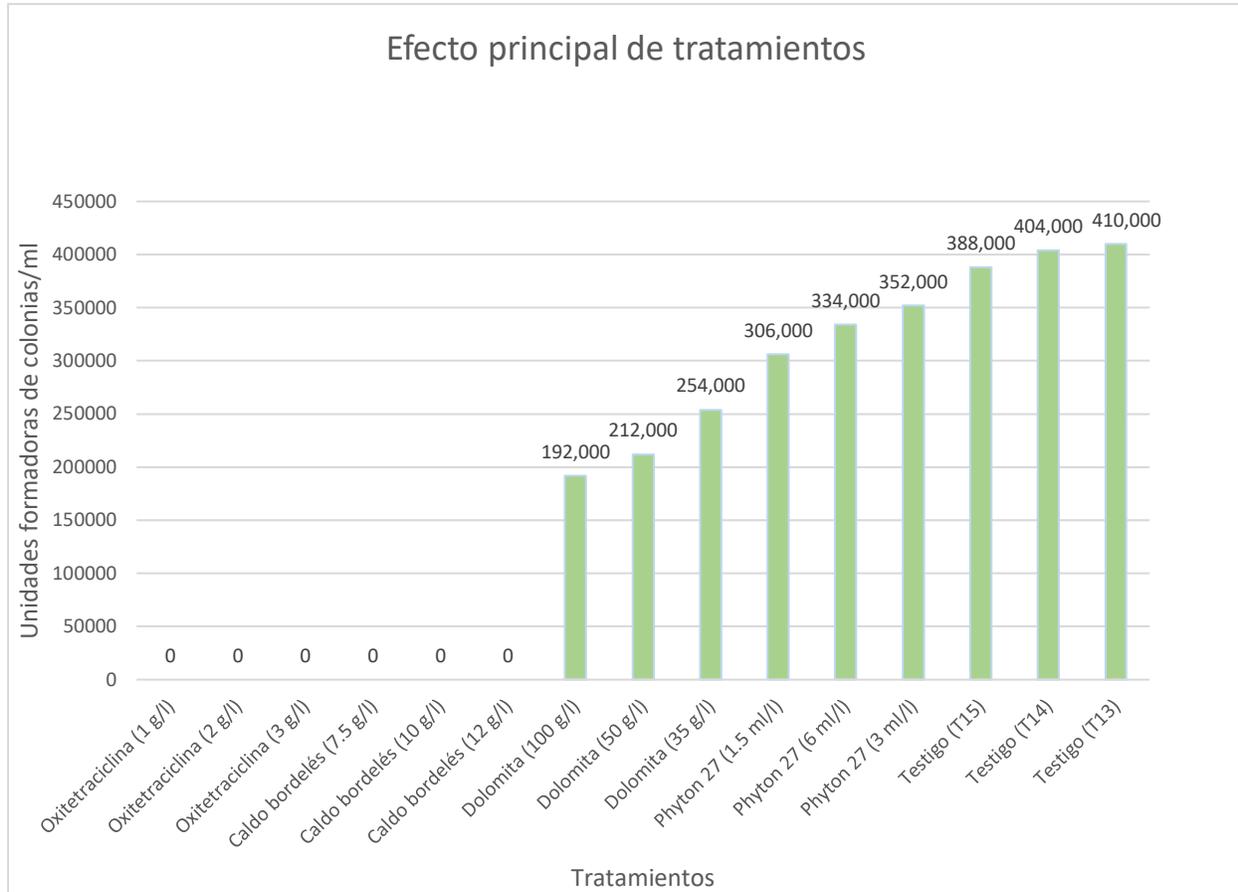
Prueba de Tukey (0.05) de tratamientos

O.M	TRATAMIENTO			INHIBICIÓN N PROMEDIO (ufc/ml)	Significancia de Tukey
					95%
I	(T1) Oxitetraciclina	Baja	1 g/l	0	a
II	(T2) Oxitetraciclina	Media	2 g/l	0	a
III	(T3) Oxitetraciclina	Alta	3 g/l	0	a
IV	(T4) Caldo bordelés	Baja	7.5g/l	0	a
V	(T5) Caldo bordelés	Media	10 g/l	0	a
VI	(T6) Caldo bordelés	Alta	12.5 g/l	0	a
VII	(T9) Dolomita	Alta	100 g/l	192,000	b
VIII	(T8) Dolomita	Media	50 g/l	212,000	b
IX	(T7) Dolomita	Baja	35 g/l	254,000	b c
X	(T10) Phytol 27	Baja	1.5 ml/l	306,000	c d
XI	(T12) Phytol 27	Alta	6 ml/l	334,000	d
XII	(T11) Phytol 27	Media	3 ml/l	352,000	d e
XIII	(T15) Testigo		0 ml/l	388,000	e
XIV	(T14) Testigo		0 ml/l	404,000	e
XV	(T13) Testigo		0 ml/l	410,000	e

ALS (5%) = 64,807

Figura 12

Efecto principal de tratamientos



De acuerdo a la (**Tabla 12**) en la prueba de Tukey al 95% de confianza muestra que los tratamientos de oxitetraciclina (T1, T2 y T3) y caldo bordeles (T4, T5 y T6) en dosis (alta, media y baja) con 0 ufc/ml son estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos y como último lugar los tratamientos de Phytton 27 en dosis media (T11) con 352,000 ufc/ml y de testigo (T11, T15, T14 y T13) con 388,000, 404,000 y 410,000 ufc/ml son estadísticamente iguales e inferiores al resto de tratamientos.

Tabla 13

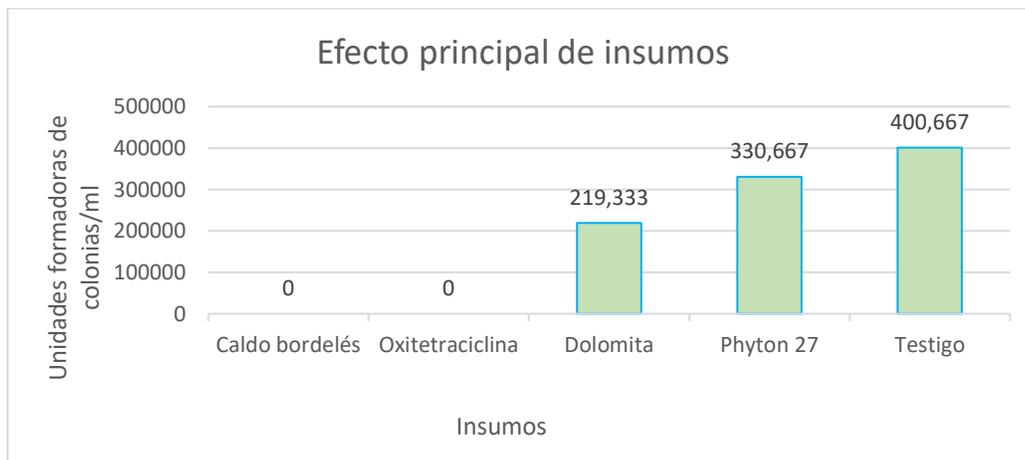
Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal (insumos)

O.M	INSUMOS	INHIBICIÓN PROMEDIO ufc/ml	SIGNIFICANCIA DE TUKEY			
			95%			
I	Caldo bordelés	0	a			
II	Oxitetraciclina	0	a			
III	Dolomita	219,333		b		
IV	Phyton 27	330,667			c	
V	Testigo	400,667				d

ALS (5%) = 37,416

Figura 13

Efecto principal de insumos



A nivel de insumos (**Tabla 13**) en la prueba de Tukey al 95% de confianza muestra que los insumos caldo bordelés con de 0 de ufc/ml y el insumo oxitetraciclina con 0 de ufc/ml, son estadísticamente iguales y superiores al resto de insumos. Mientras que los insumos formados por dolomita con 219,333 de ufc/ml, Phyton 27 con 330,667 de ufc/ml y al testigo con 400,667 de ufc/ml son estadísticamente diferentes entre sí e inferiores al grupo anterior.

Cuando en un experimento factorial una interacción resulta estadísticamente significativa, es necesario realizar un ANVA auxiliar para determinar qué efectos simples presentan diferencias significativas.

Tabla 14

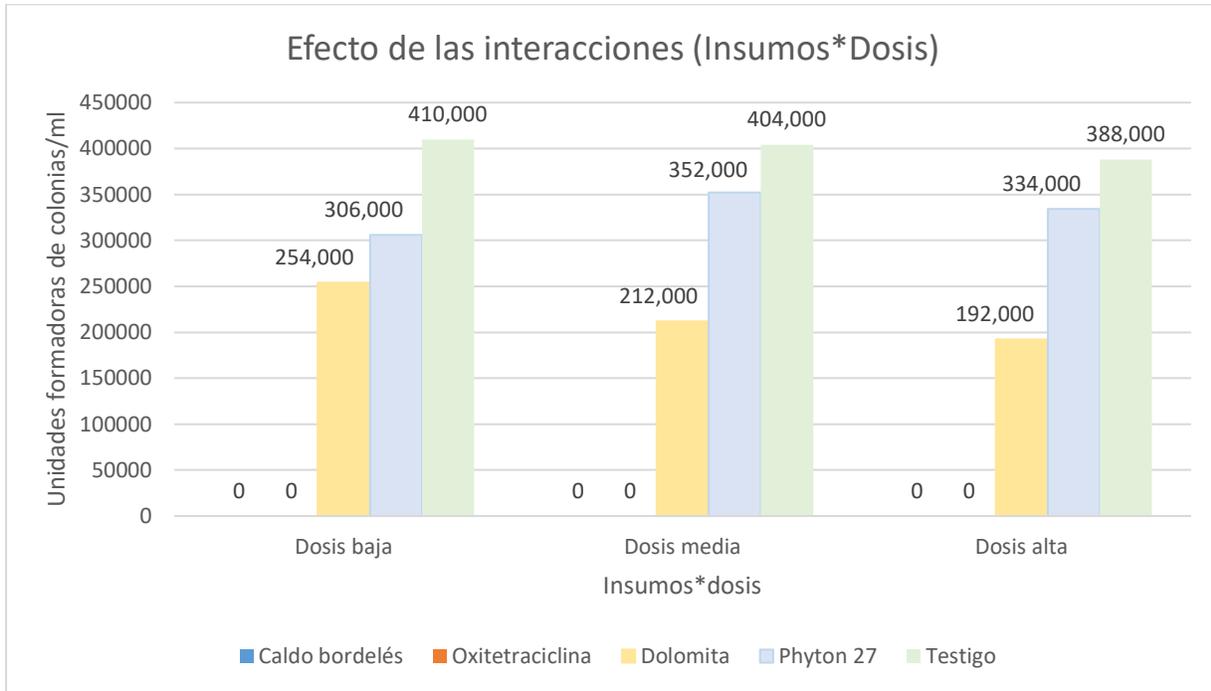
*ANVA auxiliar de efectos simples de la interacción (insumos*Dosis)*

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F CALCULADO	Ft	SIG
					0.05	
Caldo bordelés en dosis	2	0.00	0.00	0.00	3.15	NS
Oxitetraciclina en dosis	2	0.00	0.00	0.00	3.15	NS
Dolomita en dosis	2	10013333333	5006666667	5.96	3.15	*
Phyton 27 en dosis	2	5373333333	2686666667	3.20	3.15	*
Testigo en dosis	2	1293333333	646666666.7	0.77	3.15	NS
Dosis baja en insumos	4	69036000000	1.7259E+11	205.46	2.52	*
Dosis media en insumos	4	72329600000	1.80824E+11	215.27	2.52	*
Dosis alta en insumos	4	65942400000	1.64856E+11	196.26	2.52	*
Error	60		840000000			

A nivel de la interacción (Insumos*Dosis) en la (Tabla 15), nos indica que, entre las fuentes de variación, no hubo diferencias significativas entre caldo bordelés en dosis, oxitetraciclina en dosis y testigo en dosis al 95% de confianza. El mismo análisis indica que hubo diferencias significativas entre dolomita en dosis, Phyton 27 en dosis, dosis baja en insumos, dosis media en insumos y dosis alta en insumos al 95% de confianza.

Figura 14

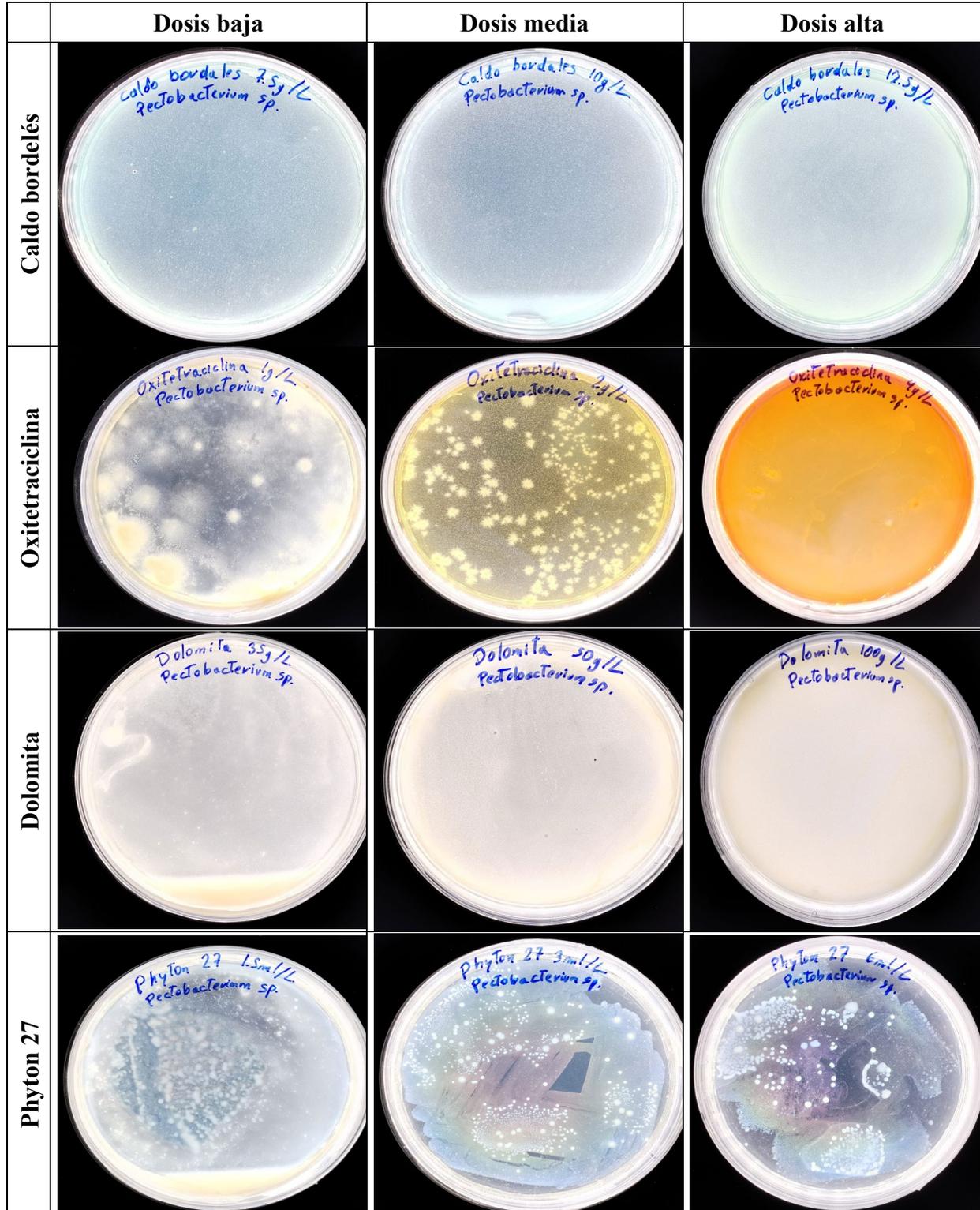
*Efectos en las interacciones (insumos*Dosis)*



En la **(Figura 15)**, se observa que las interacciones (insumos*dosis) entre oxitetraciclina y caldo bordelés en dosis alta, media y baja con 0 ufc/ml cada una, fueron los que inhibieron en su totalidad a la bacteria quedando en primer lugar. Mientras que, en segundo lugar, el insumo de dolomita con dosis alta, media y baja tuvieron valores de 192,000, 212,000 y 254,000 ufc /ml respectivamente. Como tercer puesto, el insumo de Phytón 27 con dosis baja, alta y media tuvieron valores de 306,000, 334,000, 352,000 ufc/ml respectivamente y por último el insumo de testigo en dosis alta, media y baja tuvieron valores de 388,000, 404,000 y 410,000 ufc/ml respectivamente.

Figura 15

Inhibición de colonias





6.2 Parámetros evaluados en campo

- Efecto de cuatro insumos en la incidencia de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en condiciones de campo

Tabla 15

Resultados del número de plantas con síntomas de pudrición bacteriana

Tratamiento	Bloque			Total	Promedio
	I	II	III		
P1	12.00	10.00	18.00	40.00	13.33
P2	15.00	13.00	16.00	44.00	14.67
P3	2.00	4.00	4.00	10.00	3.33
P4	1.00	3.00	2.00	6.00	2.00
T	20.00	16.00	32.00	68.00	22.67

Tabla 16*Resultados de la incidencia de plantas con síntomas de pudrición bacteriana*

Tratamiento	Bloque			Total	Promedio
	I	II	III		
P1	15.38	12.82	23.08	51.28	17.09
P2	19.23	16.67	20.51	56.41	18.80
P3	2.56	5.13	5.13	12.82	4.27
P4	1.28	3.85	2.56	7.69	2.56
T	25.64	20.51	41.03	87.18	29.06

Tabla 17*ANVA de la incidencia de la pudrición bacteriana*

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L	S.C.	C.M.	F CALCULADO	Ft	SIGNF
					0.05	
Tratamiento	4	1452.61951	363.154877	16.94	3.83	*
Bloque	2	128.891293	64.4456467	3.01	4.46	ns
Error	8	171.577173	21.4471467			
Total	14					
CV(%)	32.25					

En la (Tabla 17) en el análisis de varianza, existen diferencias significativas al 95% de probabilidad entre los tratamientos evaluados, es decir que hubo efecto de los insumos en controlar la incidencia de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana. El mismo análisis indica que no hay diferencias significativas al 95% entre los bloques del experimento. El coeficiente de variabilidad es 32.25 %, el cual indica una variabilidad moderada-alta.

Tabla 18

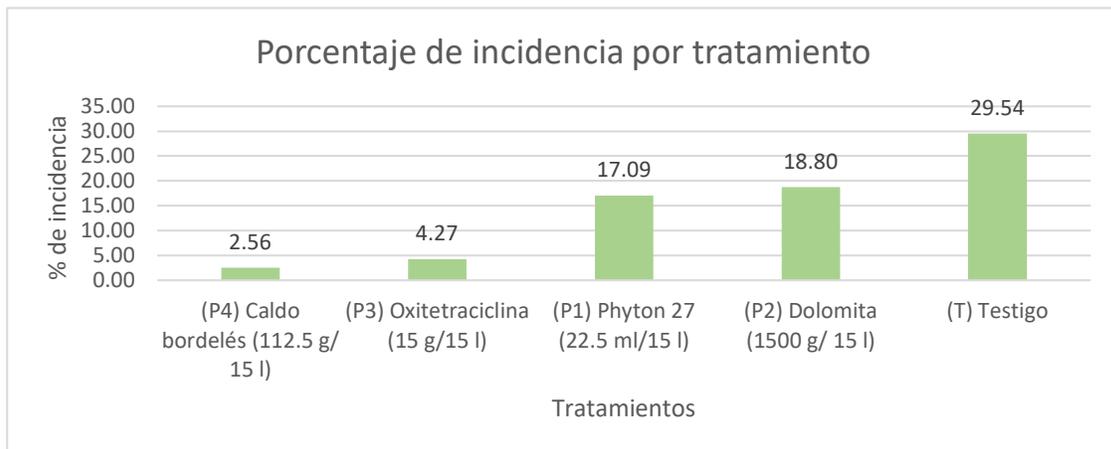
Prueba de Tukey (0.05) de incidencia de la pudrición bacteriana

O.M	TRATAMIENTOS	INCIDENCIA (%)	SIGNIFICACIÓN DE TUKEY		
			95%		
I	(P4) Caldo bordelés (112.5 g/ 15 l)	2.56	a		
II	(P3) Oxitetraciclina (15 g/15 l)	4.27	a	b	
III	(P1) Phytion 27 (22.5 ml/15 l)	17.09	b		c
IV	(P2) Dolomita (1500 g/15 l)	18.80	c		
V	(T) Testigo	29.54	c		

ASL (5%): 13.07

Figura 16

Porcentaje de incidencia por tratamiento



La prueba de comparación de medias por Tukey (**Tabla 18**), nos indica al 95% de confianza, que los tratamientos P4 (caldo bordelés) y P3 (oxitetraciclina) con un 2.56% y 4.27% de incidencia respectivamente, fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de tratamientos. Los tratamientos P3 (oxitetraciclina) y P1 (Phyton 27) con un 4.27% y 17.09% de incidencia respectivamente, son estadísticamente iguales e inferiores a los anteriores tratamientos, pero superiores al resto de tratamientos. Los tratamientos P1 (Phyton 27) y P2 (dolomita) y T (testigo) con un 17.09%, 18.80% y 29.54% de incidencia respectivamente, son estadísticamente iguales e inferiores a los anteriores tratamientos.

6.3 Discusión de resultados

6.3.1 Discusión de resultados “in vitro”

- **Caracterización fenotípica de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en condiciones “in vitro”**

La caracterización fenotípica permitió identificar de manera precisa a la bacteria responsable de la pudrición bacteriana en el sector de Palma Real. Este proceso no solo aseguró que se estuviera trabajando con el patógeno correcto, sino que también aportó evidencia científica que respalda la identificación adecuada de *Pectobacterium* spp. como el agente causal de la pudrición bacteriana en esta zona.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la caracterización fenotípica se llevó a cabo mediante pruebas fenotípicas. Estas pruebas mostraron los siguientes resultados para las 4 cepas aisladas: tinción Gram (negativa), sensibilidad a eritromicina (negativa), pudrición blanda en papa (positiva), pudrición blanda en zanahoria (positiva), crecimiento a 37 °C (positiva) y fermentación de lactosa (positiva).

En los resultados obtenidos por Aguilar (2021) identificó como agente causal a *Pectobacterium* spp. en banana mediante pruebas fenotípicas, en donde respondieron positivamente a la fermentación de lactosa, pudrición en papá (positiva), pudrición en zanahoria (positivo) y crecían a temperaturas de 37 °C. Lo cual demuestra la igualdad de resultados obtenidos.

Según Requis (2020) realizó una caracterización fenotípica con 8 aislados en donde los resultados fueron: tinción de gram (negativa), pudrición en papa (positiva), fermentación a la lactosa (positiva), crecimiento a 37 °C (positiva) y prueba de erytromicina (negativa), con base de estos datos logró identificar como agente causal *Pectobacterium* spp. como causante de la

putrefacción bacteriana en alcachofa. Estos resultados se comparan con los obtenidos en la investigación.

- **Efecto de cuatro insumos en la inhibición del desarrollo de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en condiciones “in vitro”**

Los resultados mostraron que los mejores inhibidores del desarrollo de la bacteria fueron aquellos que, al inhibir más eficazmente, presentaron un menor número de unidades formadoras de colonias (ufc/ml). A nivel in vitro, los insumos evaluados (oxitetraciclina, caldo bordelés, Phytos 27 y dolomita) lograron inhibir el crecimiento de *Pectobacterium* spp. en dosis baja, media y alta. Sin embargo, es importante resaltar que solo la oxitetraciclina y el caldo bordelés inhibieron por completo a la bacteria.

- **A nivel de insumos:** La oxitetraciclina y el caldo bordelés también mostraron una inhibición completa, con 0 ufc/ml, siendo más efectivo que Phytos 27, dolomita y testigo.
- **A nivel de dosis:** Las dosis bajas, medias y altas, fueron estadísticamente iguales entre sí.
- **A nivel de interacciones (insumo*dosis):** La oxitetraciclina y caldo bordelés en dosis alta, media y baja inhibió completamente el crecimiento, con valores de 0 ufc/ml, demostrando mayor eficiencia que Phytos 27, dolomita y testigo.

No existen trabajos de investigación previos que hayan utilizado de manera individual los mismos insumos (Phytos 27, dolomita, oxitetraciclina y caldo bordelés) empleados en esta investigación, sino de manera conjunta. Según Rosa (2017) menciona que obtuvo un 43% de inhibición en condiciones de laboratorio de la bacteria utilizando el tratamiento de Genoxi, compuesto por sulfato de gentamicina, clorhidrato de oxitetraciclina y sulfato de cobre pentahidratado. Este tratamiento fue el más eficaz en su estudio, en donde la oxitetraciclina se

compara con los resultados obtenidos, pero el sulfato de cobre pentahidrato (Phyton 27) no coincide con lo observado en esta investigación.

Según Mello (2011) en su estudio con 40 aislados de *Pectobacterium* spp. *in vitro*, todos mostraron sensibilidad a la oxitetraciclina, así como a las combinaciones de oxitetraciclina con estreptomicina y oxitetraciclina con sulfato de cobre. Estos resultados son comparables a los obtenidos en esta investigación, donde también se observó una alta efectividad de la oxitetraciclina y el sulfato de cobre (caldo bordelés) en la inhibición del crecimiento bacteriano.

6.3.2 Discusión de resultados en campo

- **Efecto de cuatro insumos en la incidencia de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana en condiciones de campo.**

La aplicación de la oxitetraciclina en una dosis de 0.2 kg/ 200 l y del caldo bordelés en una dosis de 0.4 kg/ 200 l resultan efectivas para el control de *Pectobacterium* spp. a comparación de los demás tratamientos. El costo promedio de estos productos es de 37 soles, y sumando los costos de una mochila fumigadora, se requiere un presupuesto estimado de 228 soles para aplicar los tratamientos en una hectárea de cultivo de piña Golden. Estos productos son accesibles, efectivos y económicos, lo que los convierte en una alternativa viable para el manejo de *Pectobacterium* spp. en el cultivo de piña Golden.

En el trabajo de investigación realizado por Requis (2020) tuvo como mejor resultado en el control de la pudrición bacteriana, el tratamiento T9 (Sulfato de cobre pentahidratado 0.5 l/200 l con trichoderma 0.5 l/ha), el cual utilizó una dosis mayor a la utilizada en mi investigación de 0.3 l/ 200 l.

VII. CONCLUSIONES

7.1 Conclusiones

- La caracterización fenotípica de las 4 cepas se realizó mediante pruebas que incluyeron: La tinción Gram permitió observar la morfología bacteriana, identificando bacilos de coloración roja-rosada, lo que confirmó su pertenencia al grupo Gram negativo. En las pruebas de sensibilidad, la bacteria demostró resistencia al antibiótico eritromicina, sin mostrar inhibición. Además, al inocular la bacteria en tubérculos de papa y zanahoria, se evidenció su patogenicidad al provocar pudrición en los tejidos. Por otro lado, la bacteria presentó crecimiento y formación de colonias a 37 °C, en donde las colonias presentaron consistencia mucóide-brillante de color amarillo cremoso, forma circular y convexa con bordes enteros, y al ser sembrado en medio de cultivo McConkey, desarrolló una coloración rosada, indicando su capacidad para fermentar lactosa. Estos resultados confirmaron la presencia de *Pectobacterium* spp. y permitieron identificar la bacteria de manera precisa, basándose en sus características específicas.
- Se determinó que en condiciones “in vitro”, los tratamientos de oxitetraciclina y caldo bordelés en dosis (alta, media y baja) con 0 ufc/ml inhibieron en su totalidad al patógeno. En segundo, tercero y cuarto lugar, los tratamientos de dolomita en dosis (alta, media y baja) con 192000, 212000 y 254000 ufc/ml respectivamente. En quinto, sexto y séptimo lugar, los tratamientos de Phytol 27 en dosis (baja, alta y media) con 306000, 334000 y 352000 ufc/ml respectivamente. Por último, en octavo, noveno y décimo lugar, los tratamientos de Testigo con 388000, 404000 y 410000 ufc/ml respectivamente.

- Se concluyó que, en condiciones de campo, el tratamiento P4 (caldo bordelés) mostro un menor porcentaje de incidencia con un 2.56%, seguido por P3 (oxitetraciclina) con un 4.27%, P1 (Phyton 27) con un 17.09%, P2 (dolomita) con 18.80% y T (testigo) con 29.54%.

7.2 Sugerencias

1. Se sugiere continuar con investigaciones de caracterización fenotípica de la bacteria que ocasiona la pudrición bacteriana (*Pectobacterium* spp.) a nivel de especie y subespecie, en donde se hacen el uso de pruebas moleculares.
2. Se sugiere continuar con evaluaciones en la inhibición de la pudrición bacteriana (*Pectobacterium* spp.) en condiciones “in vitro” con otros insumos de diferentes ingredientes activos a diferentes dosis.
3. Se sugiere continuar con las evaluaciones de incidencia de la pudrición bacteriana (*Pectobacterium* spp.), con la aplicación de otros insumos hacia diferentes cultivos y en diferentes variedades de piña presentes en el sector de Palma Real.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. (2004). “Plant pathology”. Academic Press. San Diego – Estados Unidos.
- Aguilar, A. (2021). “Pudrición blanda en el pseudotallo en banano orgánico (*Musa* sp): sintomatología, caracterización cultural y bioquímica, patogenicidad y alternativas de manejo”. Tesis de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Amaya, A. (2021). “*Pectobacterium carotovorum*: agente fitopatógico causante de la pudrición blanda en la papa (*Solanum tuberosum*)”. Universidad de Boyacá. Tunja – Colombia.
- Anahui, J. (2019). “Produccion de piña (*Ananas comosus*) Golden: experiencias del IRD selva (UNALM) en Satipo - Junin”. Tesis de la Universidad Agraria de la Molina. Junin – Perú.
- Aquino, T. (2009). “Métodos de control de *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* y de su portador *Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal*, en agave mezcalero en Oaxaca, México”. Centro Agrícola. Oaxaca – Mexico.
- Bartholomew, D., Paull, E., & Rohrbach, K. (2003). “The Pineapple: Botany, Production and Uses”. CABI Publishing. Wallingford - Reino Unido (UK).
- Brenner, D. (1974). “Desoxyribonucleic Acid Relatedness Among *Erwiniae* and Other *Enterobacteriaceae*”. Walter Reed Army Institute of Research. Washington DC - Estados Unidos.
- Caceres, E. (2010). “Mejoramiento de la Producción del cultivo de la piña mediante sistemas agroforestales en el distrito de Perené”. Proyecto Especial Pichis Palcazú. Chanchamayo – Perú.

- Córdova, E. (2011). “Guía técnica del cultivo de piña”. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Andres – El Salvador.
- Coutinho, T. (2021). “*Pectobacterium*”. John Wiley & Sons, Inc., in association with Bergey’s Manual Trust. Pretoria – Sudafrica.
- Cronquist, A. J. (1981). “An integrated System of Classification of Flowering Plants”. Columbia University Press. Nueva York – Estados Unidos.
- Chaparro, S. (2016). “Soil bacteria that precipitate calcium carbonate: mechanism and applications of the process”. Revista científica de Acta Agronómica de la Universidad Nacional de Colombia. Tunja – Colombia.
- Chemical Processes Industries S.A.C. (CPI SAC). (2004). “Ficha Técnica de CROPFIELD DOLOMITA AGRÍCOLA”. CPI SAC. Lima – Perú.
- Chuquillanqui, J. (2019). “FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus* L. Merr. Var. *comosus*) CV. GOLDEN EN SATIPO”. Tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Francisco, R. (2013). “Mecanización agrícola de la piña en el valle de Satipo, Fundo Santa Teresa”. Trabajo de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- French, E.R. (1980). “Métodos de Investigación fitopatológica”. IICA. San José - Costa Rica.
- Forbes BA. (2002). “Bailey & Scott’s Diagnostic Microbiology (11th ed.)”. Mosby. St. Louis, Missouri, Estados Unidos.

- Florencio, J. (2017). “Putridión Blanda del Cogollo del Agave. *Pectobacterium carotovorum subsp carotovorum*” Dirección Regional de Sanidad Vegetal Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Tecamac – Mexico.
- Google Earth. (2018). Vista Satelital de Ubicación del campo Experimental en el sector de Palma Real. [Imagen]. Obtenido de GOOGLE EARTH: <https://earth.google.com>.
- Gonzales, L. (1981). “Introducción a la Fitopatología”. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San Jose – Costa Rica.
- Gorris, M. (1994). “Characterization of monoclonal antibodies specific for *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* and comparison of serological methods for its sensitive detection on potato tubers”. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Valencia – España.
- Hauben, L., & Swings, J. (2015). “Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria”. Wiley. Hoboken – Estados Unidos.
- Holdridge L. R. (1967). “Life zone ecology”. Tropical Science Center. San José - Costa Rica
- Julca, A. (2010). “VII Seminario Internacional de Frutas Tropicales Agroindustria e Innovación. Medellín”. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Medellín – Colombia.
- J Y M ANIMAL NUTRITION SAC. (2021). “Ficha técnica de Oxitetraciclina HCL”. JYMAN SAC. Lima – Perú.
- Kadir J. (2021). “Glosario de términos agronómicos”. Hecho por el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Huánuco - Perú.

- López, J. (2010). “Manual de fitopatología: Enfermedades de las plantas y su control”. Editorial Mundi-Prensa. Madrid – España.
- Mello, M. (2011). “Uso de antibióticos y levaduras para controlar la podredumbre blanda de la col china”. Artículo científico. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco – Brazil.
- MIDAGRI. (2024). “Estadísticas Agrarias - Producción y Exportación de Piña en el Perú”. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - Dirección General de Estadística. Lima – Perú.
- Munive, L. (2015). “Producción del cultivo de Piña cv. Golden en la Selva Central Mazamari - Satipo (Junín)”. Tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI. (2006). “PROYECTO PIÑA”. Municipio distrital de Echarati. Echarati – Perú.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI (2021). “PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO COMPETITIVOS EN LA PRODUCCIÓN DE PIÑA A TRAVÉS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA” Gerencia de desarrollo económico. Echarati – Perú.
- Olea, C. (2016). “Efecto Biocida del Cobre Frente a *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*” tesis de La Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas. Santiago – Chile.
- Pastrana, R. (2022).” Efecto del ethrel en la inducción floral de *Ananas comosus L. Merr.* variedad MD2 - Río Negro”. Tesis de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo – Perú.

- Requis A. (2020). “Identificación y control del agente causal de la pudrición húmeda en alcachofa (*Cynara scolymus L.*) en chincha baja”. Tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Rivera, G. (2007). “Conceptos Introdutorios a la Fitopatología”. EUNED. San Jose – Costa Rica.
- Rosa, H. (2017). “Efectividad Biológica de Bactericidas a Base de Cobre y Biológicos Contra *Pectobacterium carotovorum* (Jones, 1901) Waldee, 1945 in vitro”. Tesis de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo – Mexico.
- Serfi S.A. (2023). “Ficha Técnica de PHYTON 27®”. SERFI S.A. (Titular del registro y responsable de la ficha técnica). Lima – Perú.
- Scala, V. (2018). “The diagnosis of plant pathogenic bacteria: A state of art”. *Frontiers in Bioscience (Elite)*. Roma – Italia.
- Vargas, F (2019). “Nuevo mecanismo de inhibición de la Oxitetraciclina durante la iniciación de la síntesis de proteínas en bacterias”. Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima – Perú.
- Vargas, V. (2009). “Manejo técnico del cultivo de la Piña”. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Lima-Perú.
- Umaña, J. (2019).” Identificación molecular y características fisiológicas de aislamientos de *Trichoderma* para el biocontrol de dos patógenos en la piña”. *Revista de Ciencias Ambientales*. Las horquetas – Costa Rica.

IX. ANEXOS

9.1 Ficha técnica de los insumos evaluados de la investigación

A. Phyton 27

Descripción: Es un fungicida – bactericida sistémico, con acción preventiva y curativa, sobre los hongos y bacterias que atacan a las diferentes partes de las plantas: raíz, tallos, hojas y frutos. El periodo de carencia del producto es de 1 día (Serfi S.A ,2023).

Composición:

Tabla 19

Composición del Phyton 27

Contenido	
Sulfato de cobre pentahidratado	247 g/L
Ingredientes inertes	Csp 1
Contenido máximo de cobre metálico	5,5%

Fuente: Serfi S.A (2023)

Propiedades físicas y químicas:

- Formulación: Suspensión concentrada (SC)
- Clasificación toxicológica: Ligeramente peligrosa
- Grupo químico: Compuesto de cobre
- Ingrediente activo: Sulfato de cobre pentahidratado
- Formula química: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- Clase de uso: Bactericida – fungicida agrícola

- Color: oscuro
- Olor: Inodoro
- Ph: 4.5 a 5.5

Mecanismo de acción: El mecanismo de acción radica en su capacidad de liberar iones de cobre que interactúan con las proteínas y los ácidos nucleicos de los microorganismos, lo que provoca la desnaturalización de las proteínas y la alteración de la permeabilidad celular, lo cual afecta a la membrana celular, los ribosomas y ácidos nucleicos (Olea, 2016).

Condición de aplicación: Para obtener óptimos resultados con Phyton 27, se recomienda preparar el agua de aplicación ajustando su pH a un rango de 4.5 a 5.5 utilizando BB5 Plus. La aplicación puede realizarse de dos formas: pulverización al follaje, donde se prepara la solución y se aplica directamente sobre hojas y tallos, o aplicación al cuello de la planta, que consiste en hacer un hoyo alrededor del cuello y aplicar. Es esencial calibrar el equipo de pulverización antes de su uso para asegurar la cantidad adecuada del producto y evitar la deriva. Durante el manejo y aplicación, se deben seguir precauciones como usar ropa protectora, no comer, beber o fumar, y evitar el ingreso al área tratada antes de 24 horas. Asimismo, el producto debe conservarse en su envase original, etiquetado y cerrado, y no debe almacenarse ni transportarse junto con alimentos, medicinas o bebidas. Se deben evitar condiciones extremas como altas temperaturas o aplicaciones por debajo de 6 °C, así como mezclas con pesticidas altamente alcalinos, aguas duras o materiales incompatibles como hidroxilamina, magnesio, hidracina o nitrometano. Después de su uso, es necesario lavar la ropa contaminada y bañarse con abundante agua y jabón (Serfi S.A ,2023).

Recomendaciones de uso

Tabla 20

Recomendaciones de uso del Phyton 27

Cultivo	Problema	Dosis
Arándano	<i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pudrición radicular)	0.5 – 0.6 l/200 l
Esparrago	<i>Pectobacterium carotovorum</i> (Pudrición blanda)	0.5 l/200 l
Fresa	<i>Botrytis cinérea</i> (Podredumbre gris)	0.4 – 0.7 l/200 l
Kion	<i>Pectobacterium carotovorum</i> (Pudrición blanda)	0.5 – 0.6 l/200 l
Palto	<i>Phytophthora cinnamomi</i> (Pudrición radicular)	0.4 l/200 l
Banano	<i>Pectobacterium carotovorum</i> (Pudrición blanda)	0.8 l/200 l
Vid	<i>Acetobacter aceti</i> (Pudrición ácida)	0.5 l/200 l
Piña	<i>Fusarium oxysporum</i> (Marchitez)	0.6 l/200 l

Fuente: Serfi S.A (2023)

Figura 17

Ficha técnica de Phytion 27-pag. 1



Ficha Técnica

Última revisión: 09.2024

PHYTON 27®

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Nombre del producto:	Phytion 27®
Clase de uso:	Fungicida – Bactericida Agrícola
Ingrediente activo:	Sulfato de cobre pentahidratado
Nº CAS:	7758-99-8
Grupo químico:	Compuesto de Cobre
Fórmula química:	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Composición:	Sulfato de cobre pentahidratado (*)247 g/L Ingredientes inertes..... c.s.p. 1L (*) contenido máximo de cobre metálico 5,5%
Formulación:	Suspensión Concentrada (SC)
Clasificación toxicológica:	Ligeramente peligroso
Titular de registro:	SERFI S.A.
Registro SENASA:	PQUA Nº 3456-SENASA
Presentaciones del producto:	0.2 L, 0.5 L, 1 L, 10 L, 20 L y 200 L

Aprobado para uso en Agricultura Orgánica.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Phytion 27® es un fungicida – bactericida sistémico, con acción preventiva y curativa, sobre los hongos y bacterias que atacan a las diferentes partes de las plantas: raíz, tallos, hojas y frutos. Puede ser usado en cultivos de exportación.

PRIMEROS AUXILIOS

- **Indicaciones generales:** En caso de molestias prolongadas acudir a un médico y mostrar la Hoja de Seguridad.
- **En caso de contacto con los ojos:** Lavarlos inmediatamente con mucha agua. Después del lavado inicial, quitar los lentes de contacto y seguir lavando por lo menos durante 15 minutos, con los párpados abiertos. Consultar al médico oftalmólogo.
- **En caso de contacto con la piel:** Eliminar inmediatamente lavando con jabón y mucha agua desprendiéndose del calzado y de todas las ropas contaminadas. Si continúa la irritación de piel, llamar al médico.
- **En caso de inhalación:** Salir al aire libre. En caso de molestias prolongadas acudir a un médico. Si no respira, hacer la respiración artificial. Llame inmediatamente al médico.
- **En caso de ingestión:** Lavar la boca con agua y después beber abundante agua. No provocar vómitos sin consejo médico. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Consultar a un médico.
- **Nota para el médico:** Tratar sintomáticamente.

Teléfonos de emergencia:

SAMU: 106
SERFI: (01) 710-4068

SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en procesos de selección (Licitación Pública, Concurso Público, Adjudicación Simplificada, Subasta Inversa Electrónica, Selección de Consultores Individuales, Comparación de Precios, Contratación Directa y contrataciones cuyos montos sean iguales o inferiores a ocho (08) Unidades Impositivas Tributarias) convocados por entidades o empresas públicas en el marco del Decreto Supremo N° 062-2019-EF, Decreto Supremo N° 344-2018-EF y sus normas modificatorias. Asimismo, SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en cualquier tipo de trámite administrativo ante cualquier autoridad pública competente a nivel nacional, ni para su uso como medio probatorio en cualquier procedimiento administrativo, proceso judicial o proceso y/o investigación fiscal o policial.

 Av. República de Panamá 2577
La Victoria, Lima - Perú

 **CENTRAL:**
+51 970 300 800

 **EMAIL:**
contacto@serfi.pe

Figura 18

Ficha técnica de Phyton 27-pag. 2



Ficha Técnica

Última revisión: 09.2024

RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVO	PLAGA		DOSIS		PC (días)	LMR (ppm)
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	(L/200 L)	(L/ha)		
Alcachofa	Putridión blanda	<i>Pectobacterium carotovorum</i>	0.4 – 0.6	---	7	20
Arándano	Putridión radicular	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	0.8	---	1	5
	Muerte regresiva	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	0.50 – 0.60	1 – 1.5	7	5
Arroz	Putridión de vainas	<i>Nakataea sigmaidea</i>	0.3	---	7	10
	Podredumbre de la vaina del arroz	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	0.3	---	7	10
	Putridión del grano	<i>Burkholderia glumae</i>	0.7 – 0.8	1	7	10
Banano(2)	Putridión blanda (2)	<i>Pectobacterium carotovorum</i>	0.8	---	14	20
Café	Roya del cafeto	<i>Hemileia vastatrix</i>	0.5	---	8	50
Cebolla	Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>	0.5	---	7	5
Espárrago	Putridión blanda	<i>Pectobacterium carotovorum</i>	0.5	0.6 – 1.0	7	5
Fresa	Podredumbre gris	<i>Botrytis cinerea</i>	0.4 – 0.7	0.8–1.4	1	5
Holantao	Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>	0.4 – 0.5	---	7	20
Kion	Putridión blanda	<i>Pectobacterium carotovorum</i>	0.5 - 0.6	2.0 – 2.4	1	40
Mandarina	Gomosis del cuello	<i>Phytophthora spp.</i>	0.5	---	21	20
Mango ⁽¹⁾	Muerte regresiva	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	0.6	---	7	20
			0.4			
			0.2			
	Antracnosis ⁽¹⁾	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	0.2 – 0.6 ⁽¹⁾	---	7	20
Palto	Putridión radicular	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	0.4	---	7	20
	Muerte regresiva	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	0.4	1.6 – 2.0	7	20
Pimiento	Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>	0.5	---	7	5
Páprika	Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>	0.5	1.0	1	20
Piña	Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>	0.5	1.0	1	20
Quinua	Mildiú	<i>Peronospora farinosa</i>	0.5	---	14	10
Vid	Muerte regresiva	<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	0.5 – 0.6	---	7	50
	Oidiosis	<i>Erysiphe necator</i>	0.5	1.8-2	7	50
	Agalla de la corona	<i>Rhizobium radiobacter</i>	0.5	1.5-1.8	7	50
	Putridión ácida	<i>Acetobacter aceti</i>	0.5	2.0	7	50

PC: Período de Carencia / LMR.: Límite Máximo de Residuos (ppm: partes por millón)

(1) Se recomienda hacer las aplicaciones con intervalo de 21 días. 0.6 (1era aplicación); 0.4 (2da aplicación); 0.2 (3era aplicación).

(2) Considerar 200 L la solución por hectárea.

SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en procesos de selección (Licitación Pública, Concurso Público, Adjudicación Simplificada, Subasta Inversa Electrónica, Selección de Consultores Individuales, Comparación de Precios, Contratación Directa y contrataciones cuyos montos sean iguales o inferiores a ocho (08) Unidades Impositivas Tributarias) convocados por entidades o empresas públicas en el marco del Decreto Supremo N° 082-2019-EF, Decreto Supremo N° 344-2018-EF y sus normas modificatorias. Asimismo, SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en cualquier tipo de trámite administrativo ante cualquier autoridad pública competente a nivel nacional, ni para su uso como medio probatorio en cualquier procedimiento administrativo, proceso judicial o proceso y/o investigación fiscal o policial.

Av. República de Panamá 2577
La Victoria, Lima - Perú

CENTRAL:
+51 970 300 800

EMAIL:
contacto@serfi.pe

Figura 19

Ficha técnica de Phytion 27-pag. 3



Ficha Técnica

Última revisión: 09.2024

FRECUENCIA Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

- Como medida general recomendamos iniciar las aplicaciones cuando hay indicios de la presencia de la enfermedad, el cultivo esté en plena etapa de desarrollo y según las condiciones climáticas.
- Café, cebolla, fresa, hollantao, kion, mandarina, palto, pimiento páprika y vid: realizar un máximo de 01 aplicación por campaña, considerando una campaña al año.
- Alcachofa, arándano, arroz, banano, espárrago, quinua y piña: realizar un máximo de 02 aplicaciones por campaña, con un intervalo de 07 -10 días para alcachofa, 12 – 15 días para quinua, 15 – 20 días para arroz, banano y espárrago, 14 días para arándano y 15 días como mínimo para piña, considerando una campaña al año.
- Mango: realizar un máximo de 03 aplicaciones por campaña con un intervalo de 21 días, considerando una campaña al año.

CONDICIONES DE APLICACIÓN

- **Preparación:** Para óptimos resultados de **Phytion 27®** preparar con BB5 Plus el agua que se va a emplear en la aplicación poniéndola a pH de 4.5 a 5.5 (color rojo grosella)
- **Aplicación:** Se puede hacer de dos formas:
 1. Aplicación al follaje: preparar la solución de **Phytion 27®** y hacer la pulverización.
 2. Al cuello de la planta: preparar la solución de aplicación y hacer un hoyo al contorno del cuello de la planta y aplicar de 4 a 5 litros de la solución por planta.
- **Calibración:** Previo a la aplicación, calibrar correctamente el equipo para usar la cantidad necesaria del producto y evitar la deriva.

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO Y APLICACIÓN

- Nocivo en caso de ingestión.
- Nocivo en contacto con la piel.
- Nocivo si se inhala.
- Causa irritación moderada a los ojos.
- No comer, beber o fumar durante las operaciones de mezcla y aplicación.
- Conservar el producto en el envase original, etiquetado y cerrado.
- Después de usar el producto cámbiese, lave la ropa contaminada y báñese con abundante agua y jabón.
- Utilice ropa protectora durante el manipuleo y aplicación para ingresar al área tratada en las primeras 24 horas.
- No almacenar ni transportar conjuntamente con alimentos, medicinas, bebidas ni forrajes.
- Realice la aplicación siguiendo la dirección del viento.
- El equipo de aplicación debe calibrarse antes de su uso.

PERIODO DE REINGRESO

No ingresar al área tratada antes de 24 horas de realizada la aplicación.

FITOTOXICIDAD

No es fitotóxico usado a la dosis recomendada ni en sistemas de aplicación y cultivos recomendados. Considerando que no es posible ensayar en todas las especies, variedades ni cultivares, y que los factores ambientales y las etapas de crecimiento de cada cultivo podrían afectar la expresión fitotóxica; se recomienda realizar pruebas en un pequeño grupo de plantas a la dosis recomendada y con el uso de BB5 Plus.

SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en procesos de selección (Licitación Pública, Concurso Público, Adjudicación Simplificada, Subasta Inversa Electrónica, Selección de Consultores Individuales, Comparación de Precios, Contratación Directa y contrataciones cuyos montos sean iguales o inferiores a ocho (08) Unidades Impositivas Tributarias) convocados por entidades o empresas públicas en el marco del Decreto Supremo N° 082-2019-EF, Decreto Supremo N° 344-2018-EF y sus normas modificatorias. Asimismo, SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en cualquier tipo de trámite administrativo ante cualquier autoridad pública competente a nivel nacional, ni para su uso como medio probatorio en cualquier procedimiento administrativo, proceso judicial o proceso y/o investigación fiscal o policial.

 Av. República de Panamá 2577
La Victoria, Lima - Perú

 **CENTRAL:**
+51 970 300 800

 **EMAIL:**
contacto@serfi.pe

Figura 20

Ficha técnica de Phyton 27-pag. 4



Ficha Técnica

Última revisión: 09.2024

COMPATIBILIDAD

Es compatible con la mayoría de plaguicidas registrados de uso común. No obstante, antes de incorporar el uso de coadyuvantes o aditivos y/o combinaciones para aplicaciones generales, se recomienda hacer una prueba previa de compatibilidad antes de realizar la mezcla.

Condiciones que deben evitarse: Altas temperatura, Bajas temperaturas por debajo de 6 °C, Materiales oxidantes incompatibles (hidroxilo metálico magnesio), exposición a agua o humedad.

Incompatibilidad con otros materiales: Pesticidas altamente alcalinos, Aguas de aspersión Alcalina, Aguas duras, Hidroxilamina, Magnesio, Hidracina y nitro metano.

Materias que deben evitarse: Incompatible con ácidos fuertes y bases y agentes oxidantes fuertes.

CONDICIONES DE MANEJO Y DE DISPOSICIÓN DE DESECHOS DE ENVASES VACÍOS

- Ningún envase que haya contenido plaguicidas debe reutilizarse. Después de usar el contenido, enjuague tres veces este envase y vierta la solución en la mezcla de aplicación y luego inutilícelo triturándolo o perforándolo. Entregue o deposite el envase en el lugar de destino dispuesto por la autoridad competente para su gestión.
- Devuelva el envase triple lavado al centro de acopio autorizado.
- Realizar obligatoriamente el triple lavado del presente envase.



MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE

- Peligroso para organismos acuáticos.
- No contaminar lagos, ríos, estanques o arroyos y drenajes con los desechos o envases vacíos.
- No contaminar las fuentes de agua con los restos de aplicación o sobrantes del producto.
- En caso de derrame, recoger el producto y depositarlo en el sitio destinado por las autoridades locales para este fin.

RESPONSABILIDAD CIVIL

SERFI S.A. garantiza que las características fisicoquímicas del producto contenido en el envase, corresponden a las anotadas en la etiqueta y que es eficaz para los fines aquí recomendados, si se usa y maneja de acuerdo con las condiciones e instrucciones dadas. Si requiere mayor información comuníquese con el titular de registro o con el distribuidor del producto.

SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en procesos de selección (Licitación Pública, Concurso Público, Adjudicación Simplificada, Subasta Inversa Electrónica, Selección de Consultores Individuales, Comparación de Precios, Contratación Directa y contrataciones cuyos montos sean iguales o inferiores a ocho (08) Unidades Impositivas Tributarias) convocados por entidades o empresas públicas en el marco del Decreto Supremo N° 082-2019-EF, Decreto Supremo N° 344-2018-EF y sus normas modificatorias. Asimismo, SERFI no autoriza ni otorga validez al presente documento para su uso en cualquier tipo de trámite administrativo ante cualquier autoridad pública competente a nivel nacional, ni para su uso como medio probatorio en cualquier procedimiento administrativo, proceso judicial o proceso y/o investigación fiscal o policial.

Av. República de Panamá 2577
La Victoria, Lima - Perú

CENTRAL:
+51 970 300 800

EMAIL:
contacto@serfi.pe

B. Dolomita

Descripción: Es una enmienda orgánica mineral natural compuesta principalmente por carbonato de calcio (60%) y carbonato de magnesio (30%). Este producto está diseñado para regular el pH del suelo, reducir la acidez y mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales como calcio y magnesio, lo que favorece el desarrollo de los cultivos y la actividad microbiana del suelo **(Chemical Processes Industries S.A.C., 2004).**

Composición:

Tabla 21

Composición de la dolomita

Contenido	
Carbonato de calcio (CaCO ₃)	60 %
Carbonato de magnesio (MgCO ₃)	30 %
Impurezas	10 %

Fuente: Chemical Processes Industries S.A.C. (2004)

Propiedades físicas y químicas:

- Estado físico: Solido
- Tipo de formulación: Polvos secos
- Color: Crema
- Olor: Característico
- Ph (2%): 9.00 – 10.00
- Densidad (g/ml): 2.72 +/- 0.05

- Estabilidad en almacén: Estable 3 años bajo condiciones normales
- Inflamabilidad: No inflamable
- Explosividad: No explosivo

Condición de aplicación: Se aplica de forma mecánica directamente al suelo, lo que permite una distribución uniforme y efectiva. La dosis recomendada varía según el pH del suelo, con aplicaciones que oscilan entre 1.5 y 2.0 toneladas por hectárea para suelos muy ácidos (pH 3.5 - 4.2) y 0.40 a 0.75 toneladas por hectárea, lo cual equivaldría 10 kg / 200 L para suelos menos ácidos (pH 4.9 - 5.3). Este producto es compatible con la mayoría de fertilizantes de fondo y materia orgánica, lo que facilita su integración en programas de manejo de suelos sin riesgo de fitotoxicidad cuando se siguen las dosis indicadas (**Chemical Processes Industries S.A.C., 2004**).

Mecanismo de acción: Tienen efectos sobre las bacterias y otros patógenos principalmente debido a sus propiedades de modificación del pH. Este insumo puede elevar el pH del medio en el que se aplica, creando un ambiente hostil para muchas bacterias patógenas, que generalmente prefieren un entorno más ácido (**Chaparro, 2016**).

Figura 21

Ficha técnica de dolomita



Cropfield Dolomita Agrícola | Enmienda Orgánica

FICHA TÉCNICA
 Código: FOR-TEC-001
 Versión: 02
 Fecha: 2021-08-31

1. GENERALIDADES

- a) Nombre comercial **Cropfield Dolomita Agrícola**
- b) Ingrediente activo Carbonato de Calcio y Carbonato de Magnesio.
- c) Clase de uso Enmienda orgánica, fuente de Calcio y Magnesio.
- d) Formulación Polvo seco (DP) - Malla 325.
- e) N° de Registro orgánico **CU 822730**
- f) Certificados orgánicos Producto certificado para los siguientes programas INPITS:
 C822730INP-02.2021 (Europa)
 C822730IAS-INP-02.2021 (Japón)
 C822730NOPINP-02.2021 (EE. UU)
 C822730RTPO-INP-02.2021 (Perú)
- g) Formulador-distribuidor **Chemical Processes Industries S.A.C.**
- h) Características Enmienda orgánica, fuente de calcio y magnesio. La Dolomita reduce la acidez del suelo y los niveles de elementos tóxicos para la planta (metales pesados). Aumenta la disponibilidad del nitrógeno y la liberación del fósforo, optimiza la nodulación de las raíces en asociación con bacterias fijadoras, mejora el intercambio de bases como el calcio, magnesio y potasio y acelera la descomposición de materia orgánica.

2. COMPOSICIÓN

Ingredientes	%
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	60
Carbonato de Magnesio (MgCO ₃)	30

3. PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS

- a) Estado Físico Sólido
- b) Tipo de formulación Polvos Secos
- c) Color Crema
- d) Olor Característico
- e) pH (2%) 9.00 - 10.00
- f) Densidad (g/ml) 2.72 +/- 0.05
- g) Estabilidad en almacén Estable 3 años bajo condiciones normales
- h) Inflamabilidad No inflamable
- i) Explosividad No explosivo

4. MODO DE ACCIÓN

Cropfield Dolomita Agrícola es un producto mineral natural ecológico que tiene la función de modificar el pH del suelo por su contenido de Ca, logrando regular la acidez estableciendo un medio más propicio para el desarrollo de un cultivo y la actividad de la vida microbiana del suelo. Aumenta la disponibilidad de los nutrientes, también incorpora Mg adecuado para potenciar la función de la fotosíntesis de las plantas, al ser un componente esencial de la clorofila.

5. MODO DE APLICACIÓN

Cropfield Dolomita Agrícola se aplica mecánicamente de forma directa al suelo. La presencia de hidróxidos y óxidos en la composición genera la necesidad de una manipulación cuidadosa durante la aplicación.

6. DOSIS Y MOMENTO DE APLICACIÓN

- En función del resultado del análisis de suelo
- Recomendaciones en dosis/pH del suelo.

pH	Dolomita (tn / ha)
3.5 - 4.2	1.5 - 2.0
4.3 - 4.8	1.0 - 1.5
4.9 - 5.3	0.75 - 1.0

Para obtener asesoría en otros cultivos o identificar los momentos de aplicación sírvase a contactar con el área técnica de la empresa.

7. COMPATIBILIDAD

Cropfield Dolomita Agrícola es compatible con la mayoría de los fertilizantes de fondo, materia orgánica, compost, etc.

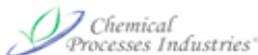
8. FITOTOXICIDAD

Cropfield Dolomita Agrícola no es fitotóxico para los cultivos en los que se recomienda, siempre y cuando se empleen las dosis recomendadas.

9. RESPONSABILIDAD CIVIL

Chemical Processes Industries S.A.C. garantiza que las características físico químicas del producto corresponde a lo anotado en la etiqueta y ficha técnica, además que es eficaz para los fines aquí recomendados si se usa y maneja de acuerdo con las condiciones e instrucciones dadas.

La empresa no se responsabiliza por el uso y manipulación incorrecta del mismo.



C. Oxitetraciclina

Descripción: Es un antibiótico del grupo de las tetraciclinas, con un amplio espectro de acción que comprende bacterias gram positivas y gram negativas. Tiene acción predominante bactericida. El periodo de carencia del antibiótico es de 30 días. (J Y M ANIMAL NUTRITION SAC, 2021)

Composición:

Tabla 22

Composición de la oxitetraciclina

Contenido	
Oxitetraciclina	99 %
Otros	1 %

Fuente: J Y M ANIMAL NUTRITION SAC (2021)

Propiedades físicas y químicas:

- Estado físico: Polvo cristalino:
- Color: Amarillo pálido
- Solubilidad: Soluble en agua
- Estabilidad: Sensible a la luz y la humedad
- Olor: Inodoro
- Formulaquímica: $C_{22}H_{24}N_2O_9 \cdot HCl$

Condición de aplicación: Su aplicación debe realizarse en etapas tempranas de la infección para maximizar su efectividad y evitar la propagación de la enfermedad. Es fundamental

diluir el producto en concentración de 0.4 kg/200 l y aplicarlo mediante pulverización foliar o riego, asegurando una cobertura uniforme. Se debe evitar su uso en condiciones de alta temperatura o exposición directa al sol para prevenir la degradación del compuesto (**J Y M ANIMAL NUTRITION SAC, 2021**)

Mecanismo de acción: Su mecanismo de acción principal implica la unión a la subunidad ribosomal 30S, lo que impide la elongación y la iniciación de la traducción del ARN mensajero. Este antibiótico se adhiere a los factores de iniciación de la traducción, como IF1 e IF2, lo que aumenta la estabilización de estos factores en el ribosoma, inhibiendo así la formación del complejo de iniciación 70S. Esto ocasiona la inhibición de la síntesis de proteínas en la bacteria (**Vargas, 2019**).

Figura 22

Ficha técnica de oxitetraciclina



OXITETRACICLINA HCL 99%

Descripción:

Es un antibiótico del grupo de las tetraciclinas, con un amplio espectro de acción que comprende bacterias Gram positivas, Gram negativas. Tiene acción predominante bactericida.

Indicaciones:

Para tratar infecciones producida por *Aeromonas* (Forunculosis Yersinia - enfermedad de la boca rojas), *Vibrio sp*, *Haemophilus gallinarum*, *Mycoplasma spp.*, *Erysipelothrix spp.*, *Pasteurella spp.*, *Clostridium spp.*, infecciones *Rickettsias* y todas las infecciones producidas por gérmenes sensibles a la acción de la OXITETRACICLINA HCL 99%.

Dosis y Administración:

De 40 a 50 g por 200 litros de agua de bebida por 3 días.
100 a 300 g por tonelada de alimento.

Período de Retiro:

Se considera un tiempo de retiro de 7 días del producto para productos y subproductos destinados al consumo humano, por ser administrado por vía oral.

Presentación:

Bolsa x 1 kg.

Empaque x 25 Kg.

D. Caldo bordelés

Descripción: Es un bactericida - fungicida de contacto con acción preventiva. Posee un amplio espectro de acción y es eficaz en el control preventivo de diversas enfermedades. El periodo de carencia es de 15 días. (López, 2010).

Composición:

Tabla 23

Composición del caldo bordelés

Contenido	
Sulfato de cobre	100 gr
Cal hidratada	100 gr
Agua	20 l

Fuente: López (2010)

Propiedades físicas y químicas:

- Apariencia: Líquido
- Modo de acción: Contacto
- Ph: 8 – 9
- Color: Azul claro
- Olor: Ligero olor a cal
- Fitotoxicidad: En altas concentraciones o mal preparada

Condición de aplicación: Se aplica durante las primeras etapas de la enfermedad o como medida preventiva, evitando aplicaciones en días de lluvia o con alta humedad para prevenir el

lavado del producto. Es preferible aplicarlo en horas de la mañana o al atardecer para reducir la evaporación y evitar el estrés en las plantas. Igualmente, se debe asegurar una cobertura uniforme sobre las hojas y tallos, sin exceder la dosis de 2 kg / 200 l para evitar fitotoxicidad. Es fundamental utilizar equipo de protección personal durante la preparación y aplicación, ya que el sulfato de cobre puede ser irritante (López, 2010).

Mecanismo de acción: Su principal mecanismo de acción radica en su capacidad de liberar iones de cobre que interactúan con las proteínas y los ácidos nucleicos de los microorganismos, lo que provoca la desnaturalización de las proteínas y la alteración de la permeabilidad celular (Olea, 2016).

Recomendaciones de uso:

Tabla 24

Recomendaciones de uso del caldo bordelés

Cultivo	Problema	Dosis
Naranja	<i>Phytophthora citrophthora</i> (Pudrición parda de los frutos)	4 - 8 kg/200 l
Almendra	<i>Pseudomonas syringae pv syringae</i> (Cáncer bacterial)	10 - 14 kg/200 l
Uva	<i>Plasmopara viticola</i> (Mildíu)	10 – 15 kg/200 l
Manzanos	<i>Pseudomonas syringae</i> (Cáncer bacterial)	10 – 15 kg/200 l
Perales	<i>Pseudomonas syringae</i> (Tizón bacteriano)	10 – 15 kg/200 l

Figura 23

Ficha técnica de caldo bordelés-pag. 1

Ficha técnica de CALDO BORDELES VALLES



ESTA INFORMACIÓN ESTÁ DISPONIBLE GRATUITAMENTE EN WWW.INFOAGRO.COM

Ficha técnica de la Marca Comercial

Nombre comercial: **CALDO BORDELES VALLES**

Nº de registro: **13964**

- Materia activa: **SULFATO CUPROCALCICO 20% (EXPR.EN CU) [WP] P/P**
- Presentación: **WP - Polvo mojable**
- Titular del nombre comercial: **INDUSTRIAS QUÍMICAS DEL VALLÉS, S.A.**

- Acción: **Preventiva;**
- Toxicología: **Xn: Nocivo**
- Ecotoxicología: **Mamíferos: (A); Aves: (A); Peces: (B); Abejas: Compatible**

- Aplicación y uso:

CULTIVO	PLAGA O ENFERMEDAD	DOSIS	PLZ.SEG.
ARBOLES Y ARBUSTOS NO FRUTALES	MANCHAS FOLIARES	0.60 - 1.00 (%)	Sin plazo
ARBOLES Y ARBUSTOS NO FRUTALES	ROYA	0.60 - 1.00 (%)	Sin plazo
CITRICOS	FOMOPSIS	0.20 (%)	15 días
CITRICOS	AGUADO	0.20 (%)	15 días
CITRICOS	BACTERIOSIS	0.20 (%)	15 días
CITRICOS	HONGOS ENDOFITOS	0.20 (%)	15 días
FRUTALES DE HOJA CADUCA	MOTEADO	0.60 - 1.00 (%)	15 días

Figura 24

Ficha técnica de caldo bordelés-pag. 2

FRUTALES DE HOJA CADUCA	CRIBADO	0.60 - 1.00 (%)	15 días
FRUTALES DE HOJA CADUCA	MONILIA	0.60 - 1.00 (%)	15 días
FRUTALES DE HOJA CADUCA	BACTERIOSIS	0.60 - 1.00 (%)	15 días
GARBANZO	RABIA	0.60 - 1.00 (%)	15 días
HORTÍCOLAS	ALTERNARIA	0.60 - 1.00 (%)	15 días
HORTÍCOLAS	BACTERIOSIS	0.60 - 1.00 (%)	15 días
HORTÍCOLAS	ANTRACNOSIS	0.60 - 1.00 (%)	15 días
LÚPULO	MILDIU	0.60 - 1.00 (%)	15 días
OLIVO	REPILO	0.60 - 1.00 (%)	15 días
OLIVO	TUBERCULOSIS	0.60 - 1.00 (%)	15 días
ORNAMENTALES HERBÁCEAS	ROYA	0.60 - 1.00 (%)	15 días
ORNAMENTALES HERBÁCEAS	HONGOS ENDOFITOS	0.60 - 1.00 (%)	15 días
PATATAS	MILDIU	0.60 - 1.00 (%)	15 días
REMOLACHA AZUCARERA	CERCOSPORA	0.60 - 1.00 (%)	15 días
TOMATES	MILDIU	0.60 - 1.00 (%)	15 días
VIDES	MILDIU	0.60 - 1.00 (%)	15 días
VIDES	BACTERIOSIS	0.60 - 1.00 (%)	15 días

· Observaciones:

La información que utilizamos para ofrecerle este servicio procede de datos facilitados por organismos oficiales, complementados por información facilitada por las distintas compañías.

Infoagro no se hará responsable en ningún caso de los daños y perjuicios que pudieran ocasionarse por el mal uso o mala interpretación de los datos facilitados. Por lo que a la hora de tomar la decisión del uso de cualquiera de estos productos, recomendamos que se consulte directamente a las casas comerciales o a técnicos cualificados.

9.2 Tablas de datos

Tabla 25

Datos del número de colonias

Insumos		Caldo bordelés			Oxitetraciclina			Dolomita			Phyton 27			Testigo		
Dosis		Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)
Tratamientos		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Repeticiones	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	24.00	20.00	32.00	33.00	28.00	45.00	35.00	43.00
	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	21.00	18.00	26.00	38.00	34.00	42.00	45.00	43.00
	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	23.00	22.00	28.00	40.00	40.00	37.00	40.00	36.00
	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	18.00	20.00	33.00	29.00	35.00	41.00	39.00	34.00
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.00	20.00	16.00	34.00	36.00	30.00	40.00	43.00	38.00
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40	21.20	19.20	30.60	35.20	33.40	41.00	40.40	38.80

Tabla 26

Datos de las unidades formadoras de colonias (ufc/ml)

Insumos		Caldo bordelés			Oxitetraciclina			Dolomita			Phyton 27			Testigo		
Dosis		Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)	Baja (D1)	Media (D2)	Alta (D3)
Tratamientos		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Repeticiones	1	0	0	0	0	0	0	250000	240000	200000	320000	330000	280000	450000	350000	430000
	2	0	0	0	0	0	0	200000	210000	180000	260000	380000	340000	420000	450000	430000
	3	0	0	0	0	0	0	280000	230000	220000	280000	400000	400000	370000	400000	360000
	4	0	0	0	0	0	0	220000	180000	200000	330000	290000	350000	410000	390000	340000
	5	0	0	0	0	0	0	320000	200000	160000	340000	360000	300000	400000	430000	380000
Promedio		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	254000	212000	192000	306000	352000	334000	410000	404000	388000

Tabla 27*Datos del número de plantas con síntomas*

TRAT.	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	N° plantas enfermas		
			B-I	B-II	B-III
P1	Phyton 27	Sulfato de cobre pentahidratado (22.5 ml/15 l)	12	10	18
P2	Dolomita	Carbonato de calcio y Magnesio (1500 g/15 l)	15	13	16
P3	Oxitetraciclina	Oxitetraciclina (15 g/15 l)	2	4	4
P4	Caldo bordales	Sulfato de cobre (112.5 g/15 l)	1	3	2
T	Testigo	<i>Pectobacterium</i> spp.	20	16	32

Tabla 28*Datos de la Incidencia de plantas con síntomas*

TRAT.	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	N° plantas enfermas		
			B-I	B-II	B-III
P1	Phyton 27	Sulfato de cobre pentahidratado (22.5 ml/15 l)	15.38	12.82	23.08
P2	Dolomita	Carbonato de calcio y Magnesio (1500 g/15 l)	19.23	16.67	20.51
P3	Oxitetraciclina	Oxitetraciclina (15 g/15 l)	2.56	5.13	5.13
P4	Caldo bordales	Sulfato de cobre (112.5 g/15 l)	1.28	3.85	2.56
T	Testigo	<i>Pectobacterium</i> spp.	25.64	20.51	41.03

Tabla 29*Datos de Incidencia por bloques y tratamientos.*

BLOQUES	TRATAMIENTOS	N° DE PLANTAS SANAS	N° DE PLANTAS ENFERMAS	TOTAL
I	P1	66	12	78
	P2	63	15	78
	P3	76	2	78
	P4	77	1	78
	T	58	20	78
II	P1	68	10	78
	P2	65	13	78
	P3	74	4	78
	P4	75	3	78
	T	62	16	78
III	P1	60	18	78
	P2	62	16	78
	P3	74	4	78
	P4	76	2	78
	T	46	32	78
TOTAL		1002	168	1170

9.3 Registro fotográfico

Figura 25

Insumo de Phyton 27



Figura 26

Insumo de dolomita



Figura 27

Insumo de oxitetraciclina

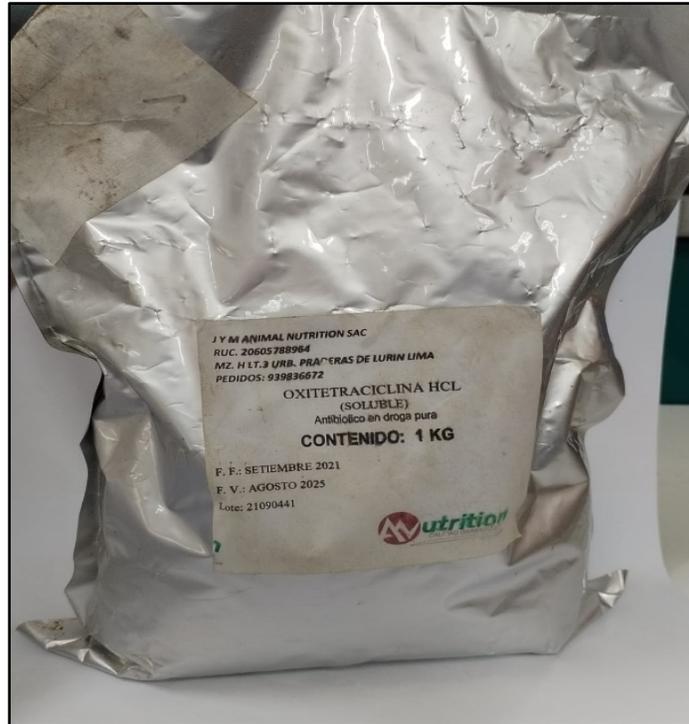


Figura 28

Insumo de caldo bordelés



Figura 29

Pruebas de laboratorio



Figura 30

Aplicación de tratamientos “in vitro”

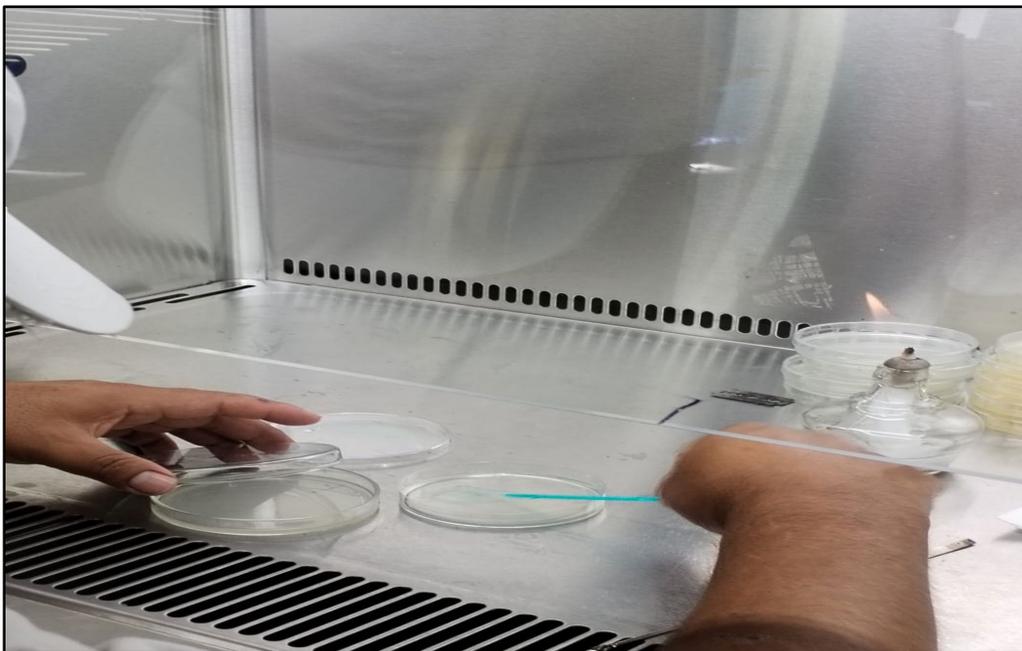


Figura 31

Limpieza del campo experimental



Figura 32

Arado del campo experimental



Figura 33

Trazado del campo experimental



Figura 34

Plantación de hijuelos en el campo experimental



Figura 35

Aplicación de tratamientos en el campo experimental



Figura 36

Evaluación de la incidencia en el campo experimental



Figura 37

Campo experimental

