

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



**TESIS**

**CONTROL DE MANCHA FOLILAR (*Stemphylium vesicarium* wallr.) EN  
ESPARRAGO (*Asparagus officinalis* L.) MEDIANTE LAS BACTERIAS  
ANTAGONISTAS Y FUNGICIDAS QUÍMICOS EN LA IRRIGACIÓN CHAMOCHI**

**PRESENTADA POR  
JUAN ARMANDO PONCE UMIÑA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO  
CON MENCIÓN EN MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS**

**Puno - Perú**

**2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTADA DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA

**CONTROL DE MANCHA FOLIAR (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) EN ESPÁRRAGO  
(*Asparagus officinalis* L.) MEDIANTE BACTERIAS ANTAGONISTAS Y FUNGICIDAS  
QUIMICOS EN LA IRRIGACION CHAVIMOCHIC**

TESIS PRESENTADA POR:

**JUAN ARMANDO PONCE UMIÑA**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

CON MENCIÓN EN MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS

Aprobado por el jurado revisor conformado por:

PRESIDENTE

Ing. M.Sc. Rosario BRAVO PORTOCARRERO

PRIMER MIEMBRO

Ing. M.Sc. Ángel CARI CHOQUEHUANCA

PRIMER MIEMBRO

Ing. M.Sc. Pablo BELTRAN BARRIGA

DIRECTOR

D. Sc. Juan Gregorio ZAPANA PARI

ASESOR

Ing. Sheyla Katherin SILVA BENITES

**AREA: SANIDAD VEJETAL**

**TEMA: MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CULTIVOS ANDINOS,  
TROPICALES, FORESTALES Y PASTURAS**

## DEDICATORIA

*A Dios todopoderoso por haberme dado la vida, salud,  
sabiduría y paciencia para alcanzar mis objetivos.*

*A mis padres: Juan Ponce Huarcaya e Ines Umiña  
Hanco quienes con mucho amor y sacrificio dedicaron  
su vida a forjar en mí un hombre de bien para afrontar la  
vida.*

*A mis hermanas, Sandra Ines que dio todo por mí  
anteponiendo sus propios interés por mi bien estar y ser  
para mí inspiración y modelo a seguir. A Sara Vanesa por  
ser mi alegría y motivación cada día.*

*A mis tíos Javier Ponce e Isolina Siccha que me acogieron  
en su hogar y fueron compañía y consejo en los momentos  
de dificultad.*

*A Sheyla Katherin Silva Benites, quien con su paciencia y  
amor me acompañó en cada momento difícil, ayudándome  
a culminar este trabajo de investigación.*

*A mis compañeros de trabajo que con su colaboración  
y apoyo me hicieron crecer profesionalmente.*

*Juan A. Ponce*

## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, y docentes que inculcaron en mi formación Profesional.*

*Al D.Sc. Juan Zapana Pari por su acertada dirección y asesoría, ofrecidas durante el proceso de ejecución de la tesis, a quienes doy mi más sincero agradecimiento.*

*A los Jurados revisores de mi trabajo de investigación: Ing. M. Sc. Rosario Bravo Portocarrero, Ing. M.Sc. Pablo Beltran Barriga e Ing Mg. Ag. Angel Cari Choquehuanca, por las sugerencias necesarias para mejorar la presente tesis de investigación.*

*A la empresa Danper Trujillo SAC por la acogida y brindarme la oportunidad de consolidarme como profesional y brindar todo lo necesario para ejecutar tan importante trabajo de investigación.*

*Al Dr. Martin Delgado Junchaya por permitirme dirigir el trabajo de investigación y por todos los conocimientos transmitidos.*

*Al Ing. Sergio Valdivia, quien fue parte importante en los inicios de mi consolidación profesional y su paciencia durante el tiempo que dirigimos el área de Investigación y Desarrollo Agrícola.*

*A mis compañeros de trabajo: Javier Arana, Jhoel Castro, Jack Jimenez, Martin Chavez, Nicolas Lujan.*

*Y, a todas aquellas personas que me apoyaron de manera directa e indirectamente para la culminación de la tesis de Investigación. Gracias por su apoyo moral.*

*Juan A. Ponce*

## INDICE GENERAL

Pag.

## INDICE DE TABLAS

## INDICE DE FIGURAS

## RESUMEN

## ABSTRACT

## INTRODUCCIÓN..... 14

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION..... 17

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 17

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION ..... 18

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION ..... 19

## CAPITULO II: MARCO TEORICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION..... 20

2.1. MARCO TEÓRICO ..... 20

2.1.1 Características botánicas del cultivo ..... 20

2.1.2 Características del cultivar UC-157-F1 ..... 21

2.1.3 Factores edáficos e hídricos para el cultivo de espárrago ..... 21

2.1.4 Mancha púrpura *Stemphyllium vesicarium*..... 22

2.1.5 Antecedentes del control biológico de fitopatógenos..... 24

2.1.6 La filoplana..... 24

2.1.7 Características del ambiente de la filoplana ..... 25

2.1.8 Colonización de la filoplana por microorganismos:..... 27

2.1.9 Interacciones de microorganismos ..... 27

2.1.10 Control biológico de los patógenos ..... 28

2.1.11 Interferencia del hombre en la colonización de la filoplana: ..... 30

2.1.12 Papel de los nutrientes en la regulación de población microbiana epifíticas: 31

2.1.13 Utilización de antagonistas para el control biológico ..... 31

2.1.14 Introducción de antagonistas que ocurren naturalmente ..... 32

2.1.15 Consideraciones generales del control biológico de enfermedades de la  
filoplana..... 32

2.1.16 Localidades apropiadas para aislamiento de antagonistas ..... 33

2.1.17 Aislamiento de microorganismos con potencial antagónico ..... 34

5

2.1 HIPOTESIS .....	34
2.2.1. Hipótesis general .....	34
2.2.2. Hipótesis específicas .....	34
<b>CAPITULO III: METODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>36</b>
3.1. Medio experimental.....	36
3.1.2 Características del cultivo en conducción .....	36
3.1.3 Climatología y ecología.....	37
3.2 Material experimental.....	38
3.2.1 Productos biológicos a prueba.....	38
3.2.2 Productos químicos y su descripción .....	38
3.2.3 Productos coadyuvantes .....	40
3.2.4 Materiales para aplicación.....	40
3.3 Metodología utilizada en la conducción del experimento.....	41
3.4 Características de diseño experimental.....	41
3.5 Factores de estudio .....	42
3.5.1 Microorganismos biológicos .....	42
3.5.2 Productos químicos para rotación: .....	42
3.5.3 Tratamiento control .....	42
3.5.4 Análisis estadístico.....	42
3.6 Procedimiento.....	44
3.6.1 Adquisición del material biológico y químico. ....	44
3.6.2 Preparación de las parcelas.....	44
3.6.3 Preparación de la suspensión bacteriana a aplicar en las parcelas .....	45
3.6.4 Tipo de aplicación .....	46
3.6.5 Evaluación de variables.....	46
3.6.6 Aparición de manchas .....	46
3.6.7 Porcentaje de control .....	47
3.6.8 Acumulación de manchas.....	47
3.6.9 Rendimiento .....	47
3.6.10 Costo beneficio.....	48
<b>CAPITULO IV: EXPOSICIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
4.1 PORCENTAJE DE CONTROL DE MANCHA FOLIAR ( <i>Stemphylium</i> ..	49

4.1.1	Eficiencia de las bacterias antagonistas sobre mancha.....	52
4.2	<b>EFFECTO DE BACTERIAS ANTAGONISTAS Y PRODUCTOS QUIMICOS</b>	
	<b>SOBRE LA ACUMULACION DE MANCHA FOLIAR (<i>Stemphylium</i>.....</b>	<b>54</b>
4.2.1	Primera evaluación.....	54
4.2.2	Segunda evaluación.....	55
4.2.3	Tercera evaluación.....	56
4.2.4	Cuarta evaluación.....	57
4.2.5	Quinta evaluación.....	59
4.2.6	Sexta evaluación.....	60
4.2.7	Séptima evaluación.....	62
4.2.8	Octava evaluación.....	63
4.2.9	Novena evaluación.....	64
4.2.10	Decima evaluación.....	65
4.3	<b>EFFECTO DE BACTERIAS ANTAGONISTAS Y PRODUCTOS QUIMICOS</b>	
	<b>SOBRE EL RENDIMIENTO DE ESPARRAGO VERDE.....</b>	<b>68</b>
4.4	<b>ANALISIS DE COSTO BENEFICIO.....</b>	<b>72</b>
	<b>CAPITULO VI CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
	<b>CAPITULO VII RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
	<b>CAPITULO VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## INDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Rangos de condiciones edáficas e hídricas que influyen en el desarrollo del cultivo de espárrago (Ramírez, 1999).....	21
Tabla 3. Descripción de fungicidas químicos.....	39
Tabla 4. Descripción de coadyuvantes.....	40
Tabla 5. Descripción y dosificación de tratamientos.....	43
Tabla 6. Cantidades total de los productos biológicos, productos químicos y coadyuvantes.....	44
Tabla 7. Análisis de varianza para el porcentaje de control.....	49
Tabla 8. Prueba de Tukey para el porcentaje de control según Vincent (194) en los tratamientos en estudio.....	50
Tabla 9. Análisis de varianza para la primera evaluación de la acumulación de manchas.....	54
Tabla 10. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la primera evaluación de acumulación de manchas.....	55
Tabla 11. Análisis de varianza para la segunda evaluación de la acumulación de manchas.....	55
Tabla 12. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la segunda evaluación de acumulación de manchas.....	56
Tabla 13. Análisis de varianza para la tercera evaluación de la acumulación de manchas.....	57
Tabla 14. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la tercera evaluación de acumulación de manchas.....	57
Tabla 15. Análisis de varianza para la cuarta evaluación de la acumulación de manchas.....	58
Tabla 16. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la cuarta evaluación de acumulación de manchas.....	58
Tabla 17. Análisis de varianza para la quinta evaluación de la acumulación de manchas.....	59
Tabla 18. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la quinta evaluación de acumulación de manchas.....	60
Tabla 19. Análisis de varianza para la sexta evaluación de la acumulación de manchas.....	61
Tabla 20. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la sexta evaluación de acumulación de manchas.....	61
Tabla 21. Análisis de varianza para la séptima evaluación de la acumulación de manchas.....	62
Tabla 22. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la séptima evaluación de acumulación de manchas.....	63
Tabla 23. Análisis de varianza para la octava evaluación de la acumulación de manchas.....	63
Tabla 24. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la octava evaluación de acumulación de manchas.....	64

Tabla 25. Análisis de varianza para la novena evaluación de la acumulación de manchas.....	64
Tabla 26. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la novena evaluación de acumulación de manchas.....	65
4.2.10 Decima evaluación.....	65
Tabla 27. Análisis de varianza para la décima evaluación de la acumulación de manchas.....	66
Tabla 28. Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la décima evaluación de acumulación de manchas.....	67
Tabla 29. Análisis de varianza para los rendimientos en $\text{kg ha}^{-1}$ .....	70
Tabla 30. Prueba de Tukey para la respuesta del rendimiento (Promedio) de espárrago verde según tratamiento.....	71
Tabla 31. Costo de producción por Hectárea y por tratamiento.....	72
Tabla 32. Costo de aplicación, Costo de Producción y Costo Kilo.....	73
Tabla 33. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 16 días de edad del cultivo y 5 días después de la primera aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.....	84
Tabla 34. Datos transformados de la tabla 33 ( $Y=\sqrt{x}$ ).....	84
Tabla 35. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 21 días de edad del cultivo y 5 días después de la segunda aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.....	84
Tabla 36. Datos transformados de la tabla 35 ( $Y=$ ).....	84
Tabla 37. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 26 días de edad del cultivo y 5 días después de la tercera aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.....	85
Tabla 38. Datos transformados de la tabla 37 ( $Y=\sqrt{x}$ ).....	85
Tabla 39. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 31 días de edad del cultivo y 5 días después de la cuarta aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.....	85
Tabla 40. Datos transformados de la tabla 39 ( $Y=$ ).....	86
Tabla 41. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 36 días de edad del cultivo y 5 días después de la quinta aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.....	86
Tabla 42. Datos transformados de la tabla 41 ( $Y=\sqrt{x}$ ).....	86
Tabla 43. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 51 días de edad del cultivo y 20 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias	

antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014. ....	86
Tabla 44. Datos transformados de la tabla 43 ( $Y=$ .....)	87
Tabla 45. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 66 días de edad del cultivo y 35 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014. ....	87
Tabla 46. Datos transformados de la tabla 45 ( $Y=\sqrt{x}$ ). ....	87
Tabla 47. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 81 días de edad del cultivo y 50 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014. ....	87
Tabla 48. Datos transformados de la tabla 47 ( $Y=$ .....)	88
Tabla 49. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 97 días de edad del cultivo y 66 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014. ....	88
Tabla 50. Datos transformados de la tabla 49 ( $Y=\sqrt{x}$ ). ....	88
Tabla 51. Acumulación de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago a los 140 días de edad del cultivo y 109 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014. ....	89
Tabla 52. Datos transformados de la tabla 51 ( $Y=$ .....)	89
Tabla 53. Rendimiento obtenidos en cada uno de los tratamientos con bacterias antagonista y productos químicos usadas en el control de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago. Trujillo, La Libertad 2014. ....	90
Tabla 54. Porcentajes de control obtenidos en cada uno de los tratamientos con bacterias antagonista y productos químicos usadas en el control de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicarium</i> Wallr. en espárrago. Trujillo, La Libertad 2014. ....	90
Tabla 55. Datos transformados de la tabla 54 (arco seno). ....	90

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Mapa del fundo Muchik y ubicación del experimento. ....	36
Figura 2. Promedio mensual de las temperaturas máximas, mínimas y humedad relativa registradas (período 2009 – 2014). Fundo Muchik, La Libertad. ....	38
Figura 3. Delimitación de parcelas experimentales. ....	45
Figura 4. Porcentaje de control sobre la acumulación de manchas foliar ( <i>Stemphylium vesicarium</i> ) como respuesta a cuatro bacterias antagonistas y un tratamiento químico.....	51
Figura 5. Acumulación de mancha foliar ( <i>Stemphylium vesicarium</i> ) durante ciento cuarenta días de cultivo.....	53
Figura 6. Evolución del rendimiento diario de la cosecha de espárrago verde en kg ha <sup>-1</sup> . ....	59
Figura 7. Efecto de bacterias antagonistas y productos químicos en el rendimiento total de espárrago verde.....	70
Figura 8. Marcación de los puntos de muestreo.....	95
Figura 9. Marcación de segmentos por tercio de planta.....	95
Figura 10. Segmento de tallo principal .....	96
Figura 11. Calibración de equipo antes de aplicación de tratamientos.....	96
Figura 12. Frascos de 20 litros de caldo CASOY.....	97
Figura 13. Aplicación de tratamientos con equipo mecanizado, Equipo LFM.....	97
Figura 14. Marcado de los tres tercios para evaluar durante el transcurso del experimento .....	98
Figura 15. Aplicaciones de tratamientos en campos mas desarrollados .....	98
Figura 16. Presencia de rosio generan gotas en los filocladados.....	99
Figura 17. Papel hidrosensible comprobando la cobertura de la ultima aplicación.....	99
Figura 18. Lesiones de “mancha foliar” <i>Stemphylium vesicariu</i> .....	100

## RESUMEN

El control de la enfermedad “mancha foliar” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.), actualmente está demandando hasta tres aplicaciones de fungicidas químicos, siendo las primeras productos protectantes y la última con un producto sistémico, ocasionando un costo de \$ 40 a \$ 50 dolares /ha<sup>-1</sup>; y por ello se ha realizado la presente investigación bajo el siguiente detalle: se realizó en la empresa Danper Trujillo S.A.C. ubicada en la Carretera Panamericana Norte, Kilómetro 545, Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, Distrito de Salaverry, Provincia Trujillo, Departamento de La Libertad. El objetivo fue evaluar el efecto de cuatro aislamientos bacteriales y una rotación de fungicidas químicos (Mancozeb, Propineb, Metiram y Clhorothalonil) para el control de la “mancha foliar” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) en espárrago (*Asparagus officinalis* L.) cv UC 157 F<sub>1</sub> de 4 años edad; durante la campaña conducida en los meses de diciembre del 2013 a junio del 2014. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatros repeticiones. Los tratamientos empleados fueron el tratamiento testigo sin aplicación (T0); *Pseudomonas putida* strain ENA 12 (T1) 5 litros cil<sup>-1</sup>; *Bacillus cereus* strain ENA 24 (T2) 5 litros cil<sup>-1</sup>; *Bacillus sphaericus* strain B 4 (T3) 5 litros cil<sup>-1</sup>; *Paenibacillus macerans* strain ALLE 155 (T4) 5 litros cil<sup>-1</sup>, y una rotación de cinco fungicidas químicos T5 (Mancozeb 0.4 litros cil<sup>-1</sup>; Propineb 0.4 kilos cil<sup>-1</sup>; Metiram 0.4 kilos cil<sup>-1</sup> y Clhorothalonil 0.2 litros cil<sup>-1</sup>) en dosis de 5 litros /cil<sup>-1</sup> (T4). Las evaluaciones se realizaron en surcos centrales de cada parcela experimental, tomándose 3 puntos de muestreo y una planta marcada como unidad de muestreo, se hizo el conteo de manchas en el tercio inferior, medio y superior, dentro de los cuales el tallo principal, rama primaria, rama secundaria y filoclado. El rendimiento se obtuvo del peso total de turiones procedentes de cada una de las unidades experimentales correspondientes a cada tratamiento y se expresó en kilogramos por hectárea. Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza y la prueba de significación de Tukey con un nivel de significancia de 5%. Los resultados obtenidos en la evaluación de la cantidad de lesiones mostraron que existen diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento testigo (sin aplicación) y los tratamientos con aplicación de las bacterias antagonistas y de los productos químicos. Al evaluar el parámetro rendimiento no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T5 (Fungicidas químicos), y la bacteria antagonista T2 (*Bacillus cereus* strain ENA 24), pero los cuales comparados con el testigo (sin aplicación) existe diferencia estadística significativa; el mayor rendimiento se tuvo con el tratamiento T5 (7111.60 ± 1490.00 kg ha<sup>-1</sup>); seguido del tratamiento T2 (6538.30 ± 678.79 kg ha<sup>-1</sup>) y el tratamiento T0 (Testigo sin aplicación) el rendimiento más bajo (4661.63 ± 618.83 kg ha<sup>-1</sup>).

Palabras clave: Espárrago, Fungicidas biológico, Químico, Mancha foliar, Rendimiento.

## ABSTRACT

Control of this disease “leaf spot” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) is currently demanding applications up to three chemical fungicides, protectant products being the first and the last a systemic product, causing cost \$ 40 a \$ 50 /ha<sup>-1</sup> and therefore has made this investigation under the following breakdown: The present work of investigation was made in the company Danper Trujillo S.A.C. located in the North Pan-American Highway, Kilometer 545, Special Project CHAVIMOCHIC, District of Salaverry, Province of Trujillo, Department The Freedom. The objective was to evaluate the effect of four bacterial isolations and one mixes chemical fungicides for the control of the “leaf spot” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) in asparagus (*Asparagus officinalis* L.) cv. UC 157 F1 of 4 years age; during the campaign lead in the months of December 2013 to Jun of the 2014. There was used a design of complete blocks at random, with six treatments and three repetitions. The used treatments were the treatment witness without application (T0); *Pseudomonas putida* strain ENA 12 (T1) 5 liters/cil; *Bacillus cereus* strain ENA 24 (T2) 5 liters/cil. *Bacillus sphaericus* strain B 4 (T3) 5 liters /cil; *Paenibacillus macerans* strain ALLE 155 (T4) 5 liters /cil. and rotation of four chemical fungicides (Mancozeb 0.4 liters/cil; Propineb 0.4 kilograms/cil; Metiram 0.4 kilograms/cil y Clhorothalonil 0.2 litres/cil). The evaluations were made in the central furrow of each parcel or experimental unit, taking at random 3 points of sampling and a marked plant as unit of sampling, there It assessed the quantity of spot leaf on the low third, central third and top third, inside of them principal stem, primary branch, secondary branch and leaves, yield for which weigh the total of turiones proceeding from the experimental units corresponding to each treatment and express to him in kilograms by hectare. The statistical analysis was the analysis of variance and the test of meaning of Tukey with a level of significance of 5%. The results obtained in the evaluation of the quantity of injuries show that statistically significant differences between the treatment witness without application and the treatments exist in which was applied the antagonistic bacterial and chemical products. When evaluating the parameter yield was not statistically significant differences between the treatments T5 (Chemical fungicides) (7111.60 ± 1490.00 kg ha<sup>-1</sup>); with antagonistic bacteria T2 (*Bacillus cereus* strain ENA 24). There are statistically significant differences with witness without application. To the level of bacteria antagonists, the treatment T2 (*Bacillus cereus* strain ENA 24) obtained the greater yield (6538.30 ± 678.79 kg ha<sup>-1</sup>) and with treatment T0 (Witness without application) the lowest yield (4661.63 ± 618.83 kg ha<sup>-1</sup>).

Keywords: Asparagus, biological fungicide, chemical, leaf spot, yield.

## INTRODUCCIÓN

El espárrago, es uno de los principales rubros de exportación del Perú y del cual somos líderes mundiales, especialmente de espárrago fresco, dado que el país también exporta congelados y en conserva (Minag, 2009).

Esta hortaliza originaria del Asia, de la cual se utiliza para el consumo, el brote tierno denominado “turión”; se usa frecuentemente en preparaciones especiales de “alta cocina” y es una fuente primordial de compuestos que contribuyen a una adecuada circulación sanguínea (IPEH, 2008).

El cultivo del espárrago se inició en el Perú a principios de la década del 50 en el departamento de La Libertad. La primera variedad cultivada fue Mary Washington utilizada para producir espárrago blanco en conservas. Hoy, ésta antigua variedad ha sido reemplazada por variedades modernas, especialmente la UC-157-F1.

En 1986 se inició en Ica un programa de producción de espárrago verde para exportación principalmente como fresco refrigerado y una pequeña parte para el espárrago congelado (IPEH, 2008).

Actualmente, los valles de La Libertad ubicados en el Norte y los de Ica en la zona sur, son las dos principales zonas de producción de espárragos en el Perú. Ambas zonas, tienen condiciones naturales privilegiadas que combinadas con la tecnología y cualidades empresariales han convertido al Perú en el más grande exportador de espárrago del mundo en sus tres presentaciones de fresco, conserva y congelado (IPEH, 2008).

El Perú exporta espárragos en tres presentaciones: frescos, conservas y congelados. Alrededor del 68% de las exportaciones corresponde a espárrago fresco, 24% al espárrago en conserva y 8% a congelados (Gestión, 2014)

Para el 2014, las exportaciones de espárragos frescos bordearían los US\$ 375 millones, 8% menos respecto al 2013, mientras que las exportaciones de espárragos en conserva alcanzarían los US\$ 150 millones, 1% más respecto al 2013 (Gestión, 2014).

La diferencia corresponde al espárrago congelado. La caída de la producción durante los dos últimos años es consecuencia de una reducción temporal en el área sembrada y cosechada de espárragos (Gestión, 2014).

El Perú es el tercer país con mayor rendimiento por hectárea en producción de espárragos del mundo con 11.4 toneladas métricas <sup>TM</sup> por hectárea, detrás de Irán (22.9) y Polonia (15.1), según la Organización para la Alimentación y la Agricultura (Gestión, 2014).

En lo referente a enfermedades, al igual que las plagas, éstas fueron escasas y ocasionales en un principio y luego de una serie de prácticas de manejo no apropiadas tales como alta densidad de siembra, menor distanciamiento entre surcos, riegos, fertilización excesiva, sobrecosecha, uso inadecuado de productos químicos, entre otros, determinaron que algunos patógenos como los causantes de la “roya”, “mancha púrpura” y “fusariosis” alcanzaran niveles que ocasionaron mermas en la producción y productividad dando como consecuencia elevadas pérdidas económicas (Delgado, 2003)

Entre los patógenos foliares que están afectando seriamente la producción de esta hortaliza, en nuestro medio, se encuentra *Stemphylium vesicarium* Wallr. causante de la “mancha púrpura”. Esta enfermedad en un principio se presentaba causando intensidades muy bajas de daño, sin embargo, en recientes observaciones, se ha podido constatar que este patógeno está originando defoliación, además de la ya conocida mancha púrpura en los turiones. Es decir, que durante la infección se produce la caída de filocladios, que son los únicos órganos de actividad fotosintética de la planta, por lo cual está considerado en el contexto agroproductivo esparraguero como un patógeno de alto riesgo (Delgado, 2003).

El control de esta enfermedad actualmente está demandando hasta tres aplicaciones de fungicidas, las dos primeras con productos protectantes y la última con un producto sistémico, ocasionando un costo de 40 a 50 dólares /ha<sup>-1</sup>, sólo en estos insumos (Delgado, 2003).

Por lo expuesto anteriormente urge la necesidad de plantear nuevas alternativas al control químico de esta enfermedad para así disminuir no sólo los costos, sino también la generación de resistencia a los productos químicos, por los patógenos, y lo que es más

importante aún, la sistemática contaminación del agroecosistema esparraguero.

En tal sentido, en el presente trabajo se evalúan dos aislamientos bacteriales y una mezcla de éstos como alternativa de control biológico ecológicamente compatibles y de uso sostenido, como medida para reducir los cuantiosos daños causados por el hongo *Stemphylium vesicarium*, que se constituye en una de las enfermedades de mayor importancia económica en el cultivo de espárrago en la zona.



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

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El patógeno *Stemphylium vesicarium* fue reportado por primera vez en Japón (Suzui, 1973; citado por Acuña y Farjardo, 1988) y desde 1982 ha sido registrada efectuando al follaje y turiones de espárrago en Estados Unidos y Nueva Zelanda. *Stemphylium vesicarium* agente causal de esta enfermedad, produce manchas moradas, ovaladas, con borde rojizo en los turiones de los espárragos (Giaconi et al., 1997). Este hongo se desarrolla en condiciones climatológicas de humedad alta y temperaturas moderadas, entre 18° y 25°C (Benages, 1990).

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.) pertenece a la familia de las liliáceas, y su vida productiva en condiciones óptimas es de 7 u 8 años (Benajes, 1990), Sin embargo, al ser perenne los microorganismos patógenos tienen mayor posibilidad de establecerse e interactuar con la planta, dando origen a enfermedades de difícil control. Los problemas fitopatológicos que afectan a los espárragos se asocian fundamentalmente a hongos y bacterias, produciendo diversos síntomas (González y del Pozo, 1999). Una de ellas corresponde a “mancha púrpura”, “macha foliar”, “estemfiliosis”, etc. causada por *Stemphylium vesicarium*. Este patógeno produce daños en los turiones, afectando su calidad, limitando su exportación y comercialización; hacia el final de la temporada, puede producir defoliación de los filoclados, lo que afectará la acumulación de carbohidratos en la corona y por lo tanto la vida útil de la esparraguera.

Considerando que es una enfermedad efectiva para el cultivo de espárrago, principalmente cultivados en zonas de inviernos húmedos y fríos, en el país las primeras investigaciones fueron realizadas por el Dr. Martín Delgado e Ing. Walter Apaza quienes estudiaron su incidencia a nivel de cultivo. Debido al difícil control de la “macha foliar” se señaló el control cultural como efectivo, aunque estudios posteriores coinciden en que es necesario buscar otras alternativas de control biológico.

El empleo de agentes biocontroladores como por ejemplos *Pseudomonas putida*, *Bacillus cereus*, *Bacillus sphaericus* y *Paenibacillus macerans*, es sin duda una opción

ecológicamente conveniente, sin los problemas de contaminación y de residuos químicos que puede implicar el uso de fungicidas.

En este contexto se plantea como una alternativa viable de solución el presente proyecto “Control de Mancha Foliar (*Stemphylium vesicarium* Wallr) en espárrago (*Asparagus officinalis* L.) mediante bacterias antagonistas y fungicidas químicos en la irrigación Chavimochic”, para lo cual se planteó las siguientes interrogantes:

¿Cuál es el efecto que tienen las bacterias antagonistas y los fungicidas en el control de mancha foliar (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) en el cultivo de espárrago en las condiciones de la irrigación Chavimochik?

¿Qué porcentaje de control se obtiene con las bacterias antagonistas y los fungicidas sobre la mancha foliar, en cultivo de espárrago?

¿Qué cantidad de mancha foliar (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) acumulada se presentaran en las plantas de espárrago tratadas con las bacterias antagonistas y los fungicidas en el cultivo de espárrago?

¿Qué efecto tiene la aplicación de las bacterias antagonistas y los fungicidas sobre el rendimiento de espárrago verde?

## 1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Durante tres campañas se ha evaluado el efecto protector de bacterias antagonistas para el control de *Stemphylium vesicarium* en el espárrago. Estos organismos antagónicos han sido cuidadosamente aislados naturalmente de la filósfera y rizósfera de espárrago así como del humus de lombriz y probados “in vitro” reiteradas veces en la inhibición del desarrollo micelial de *S. vesicarium* (Delgado, 2003).

Las dos primeras evaluaciones en condiciones de campo se efectuaron durante el período comprendido entre julio y septiembre del 2007 y de octubre del 2007 a febrero del 2008 en la Empresa Green Perú S.A. El tercer ensayo se efectuó de setiembre a diciembre del 2008 en la Empresa Danper Trujillo S.A.C. Los resultados obtenidos acreditan que es posible mantener el cultivo con una infección no mayor del 20-25% de

estenfilosis cuando se hacen cinco aplicaciones de las bacterias empezando desde la

primera fase del cultivo. Cuando se hizo sólo tres aplicaciones, se encontró aún resultados significativos, pero el nivel de infección que se obtuvo después de las 18 semanas es de 48% en las parcelas tratadas con bacterias, mientras que en el testigo se llegó a 72% de ataque de *Stemphylium vesicarium*. Tales nivel de infección repercuten significativamente en el rendimiento, por lo que se justifica continuar con las investigaciones, de modo tal que la minuciosa observación y análisis de los resultados, nos permita llegar a dilucidar con claridad si es posible asumir una estrategia integrada con el manejo biológico para disminuir los daños de este patógeno y, sobre todo, reducir la carga de plaguicidas en el manejo de tan importante cultivo como es el espárrago para nuestra región y para el Perú (Delgado, 2010).

### 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

#### 1.3.1. Objetivo general.

Determinar la eficiencia de las bacterias antagonistas (*Pseudomonas putida*, *Bacillus cereus*, *Bacillus sphaericus* y *Paenibacillus macerans*) y los fungicidas (Mancozeb, Propineb, Metiram y Chlorothalonil) en el control de macha foliar (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) en el cultivo de espárrago en las condiciones de la irrigación Chavimochic.

#### 1.3.1. Objetivos específicos.

- a. Determinar el porcentaje de control de las bacterias antagonistas (*Pseudomonas putida*, *Bacillus cereus*, *Bacillus sphaericus* y *Paenibacillus macerans*) y los fungicidas (Mancozeb, Propineb, Metiram y Chlorothalonil) sobre la macha foliar (*Stemphylium vesicarium* Wallr.)
- b. Determinar la cantidad de “mancha foliar” acumulada en la planta tratadas con bacterias antagonista y los productos químicos en el cultivo de espárrago.
- c. Determinar el rendimiento de espárrago verde en kilos por hectárea de las parcelas tratadas con bacterias antagonistas y fungicidas.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION.

### 2.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1 Características botánicas del cultivo

El espárrago, *Asparagus officinalis* L., es una angiosperma monocotiledónea, que pertenece a la familia Liliaceae y la genero Asparagus.

El sistema radicular en el espárrago es el componente que cumple todas las funciones de fijación, absorción, almacenamiento circulación; es profundo con raíces perennes que alcanzan hasta 3 m. de largo; e igualmente amplio, pues su diámetro puede llegar hasta 2 m. Las raíces reservantes son fibrosas, cilíndricas, delgadas, no ramificadas, rastreras y carnosas. Normalmente, crecen directamente del rizoma y bajo la superficie del suelo. Estas raíces fibrosas y cilíndricas forman una estructura con múltiples raicillas llamada corona de desarrollo horizontal a partir del cual crecen las yemas que dará origen a los tallos.

El tallo es el órgano de sostén de las hojas, flores y frutos, de circulación de agua, de sustancias nutritivas y de alimentación; se forma a partir de una yema, inicialmente no se ramifican y cuando se cosechan tiernos son llamados turiones. Si no hay acumulación de sustancias de reserva en las raíces, los tallos so serian suculentos sino delgados y al continuar su desarrollo darán origen a las ramas y hojas. Las hojas del espárrago son láminas en forma de brácteas rudimentarias que se encuentran en los nudos del tallo.

Los filocladios o cladiolos son estructuras caulinares que tienen funciones de protección, alimentación, absorción del oxígeno y pérdida de agua, siendo pequeños, alargados y muy subdivididos.

Las flores son de forma acampanulada, de color amarillo verdoso. Existen plantas sólo con flores masculinas o femeninas y otras hermafroditas y se registran diferencias significativas en rendimiento entre plantas femeninas y masculinas. Las plantas

masculinas producen mayor número de turiones, su peso por planta y por área es mayor. Las plantas femeninas tienen turiones más grandes y gruesos, aunque en menor número. El fruto es una baya de forma esférica y trilocular y es de color verde antes de la maduración, rojo al madurar y anaranjado cuando la maduración es prematura. La semilla es normalmente redondeada de color negro. Generalmente se encuentra una semilla por lóbulo y 3 semillas por fruto (Delgado de la Flor *et al.*, 1987).

### 2.1.2 Características del cultivar UC-157-F1

Este cultivar es un híbrido producido en la Universidad de California por F. Takatori y F. Souter en 1974. Fue obtenido mediante cultivo de tejidos del cruce entre líneas M- 120 por F-109 de turiones de color verde oscuro, brácteas de color verde claro, con poca coloración púrpura en la punta, que dieron origen a turiones lisos, cilíndricos de punta cerrada, compacta y puntiaguda; de bajo contenido de fibra, precoz con producción uniforme y apropiada para climas cálidos (Delgado de la Flor *et al.*, 1987). Este cultivar se ha adaptado al valle de Virú, donde se le cultiva como producto de exportación en blanco o en verde con rendimientos promedios de 8500 kg/ha/campaña (Robles, 1998)

### 2.1.3 Factores edáficos e hídricos para el cultivo de espárrago

**Tabla 1.** Rangos de condiciones edáficas e hídricas que influyen en el desarrollo del cultivo de espárrago (Ramírez, 1999).

FACTORES	ÓPTIMO	FAVORABLE	DESFAVORABLE
<b>EDAFICOS:</b>			
TEXTURA	Franco arenoso Arena Franca	Arena franca	Limoso Arcilloso
PERMEABILIDAD	Moderada, rápida	Moderada	Lenta, Rápida
PROFUNDIDAD	Mayor a 1.5 m.	0.75 - 1.50 m.	Menor a 0.75 m.
DRENAJE	Bueno	Tabla de agua > 1m. de prof.	Tabla de agua < 1m. de prof.
pH	6.5 - 7.8	6.0 - 6.5 7.8 - 8.3	<6.5 y >8.3
SALES	<4.1 dS/m	4.1 - 10 dS/m	>10 dS/m
BORO	<10 ppm.	10 - 15 ppm	> 15 ppm
<b>HÍDRICOS:</b>			
C.E.	<3 dS/m	3.0 - 6.0 dS/m	>6.0 dS/m
SAR	<3	3.0 - 8.0	>8.0

BORO	<2 ppm	2.0 - 5.0 ppm	>5.0 ppm
------	--------	---------------	----------

### 2.1.4 Mancha púrpura *Stemphyllium vesicarium*

Esta enfermedad ocasiona lesiones, amarillentas del follaje y en casos severos defoliación de la parte aérea pero no afecta la corona o sistema de la raíz. Aunque la enfermedad no daña el tejido interno de los turiones verdes en casos severos se producen lesiones en estos lo que da lugar a que sean rechazados en la exportación (Inagro Sur S.A., 1996).

Síntomas: *Stemphyllium vesicarium* produce manchas ovaladas – redondeadas, con un halo de color rojizo a púrpura en ramas, tallos y cladiolos, debido a ello se le conoce con el nombre común de mancha púrpura. En los cladiolos, se forman manchas pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro. En tallos las lesiones pueden estar rodeadas de un halo de apariencia aceitosa. En ataques muy severos puede producir defoliación y necrosis del follaje. A nivel de turiones en espárrago verde se presentan lesiones pequeñas de 0.8 – 1.5 mm. Este daño se encuentra asociado a heridas producidas por las partículas de arena que son arrastradas por el viento, debido a ello las lesiones se ubican sólo al lado del turión, que está en sentido del viento (Sánchez, y Apaza, 2000).

Diseminación: las conidias son transportadas por el viento, por el salpicado de lluvias. Es posible que en algunas zonas se contamine superficialmente la semilla (Acuña, 1998).

Factores Favorables: Las condiciones óptimas para el desarrollo de *Stemphyllium vesicarium* tanto en la “mancha púrpura”, que se produce en los turiones, como en la “mancha foliar”, que se produce en los filocladios, ramas y ramillas de espárrago, son temperaturas que van desde 14 a 24°C y como mínimo 8 horas de humedad relativa superior al 95% si es que no hay lluvias (Hausbeck, 1993 y Elena, 1996).

Estas condiciones favorables para el patógeno se presentan en el área de influencia de la irrigación CHAVIMOCHIC frecuentemente en los meses de junio a setiembre que son los meses de más frío (Apaza, 2005).

Control: se basa en la aplicación preventiva de los fungicidas de contacto y sistémicos dentro de los cuales se recomienda ditiocarbamatos y triazoles. *Stemphyllium vesicarium* es insensible a los benzimidazoles y tiofanatos, por lo que no deben ser utilizados para el control de éste patógeno. Los fungicidas del grupo de los triazoles ejercen un control preventivo sobre *Stemphyllium*, por lo que es muy importante realizar tanto la aplicación de productos de contacto como sistémicos en forma preventiva, para evitar que se produzca el secado y defoliación del follaje.

A nivel de turiones, en la cosecha no debe realizarse aplicaciones de ningún tipo de fungicidas (Sánchez, y Apaza, 2000).

En el manejo de esta enfermedad, actualmente se está empleando hasta tres aplicaciones de fungicidas, las dos primeras con productos protectantes y la última con un producto sistémico, ocasionando un costo de 40 a 50 dólares por hectárea, sólo en estos insumos (Delgado, 2003).

El control casi completo de la mancha foliar es posible con aplicaciones regulares de fungicidas en cuanto los primeros síntomas de la enfermedad aparezcan. Ninguna variedad de espárrago es resistente a *Stemphyllium* (Inagro Sur S.A., 1996)

Con respecto a la “Cercosporiosis” cuyo agente causal es *Cercospora asparagi* Sacc., ésta enfermedad se desarrolló epifitóticamente en 1997 y 1998 durante el “Fenómeno del Niño” en la zona de CHAVIMOCHIC, en donde las temperaturas oscilaron de 26° a 36°C y una humedad relativa alta (> 90%), ocasionando daños muy severos en los valles de la costa central como Cañete, Chincha e Ica. En la actualidad se encuentra distribuida en todas las zonas esparragueras. En algunas zonas como el norte (Chao y Virú) ha sido desplazada por la “mancha púrpura” *Stemphyllium vesicarium* Wallr. (Delgado, 2003).

La “mancha púrpura” producida por el hongo *Stemphyllium vesicarium* Wallr., en las ramas presenta características manchas oval- redondas, con un halo de color rojizo a púrpura debido a ello se le conoce con el nombre común de la “mancha púrpura”. En filocladios, se produce manchas pequeñas de 1-2 mm de diámetro. En tallos, las

lesiones pueden ser redondas de apariencia aceitosa en grados muy severos puede producir defoliación y necrosis del follaje.

### 2.1.5 Antecedentes del control biológico de fitopatógenos.

El uso de controladores biológicos para patógenos foliares y del suelo han recibido considerable atención en los últimos 20 años por la comunidad científica internacional, pues es una de las más eficaces maneras de control de plagas, generando productos “limpios”; es decir, sin contaminantes, lo cual es altamente cotizado en el mercado internacional (Delgado, 2003).

El control biológico involucra el uso de microorganismos benéficos los cuales son encontrados preferentemente en la rizósfera pues ésta posee una flora microbiana formidable que la provee de una línea frontal de defensa contra el ataque de patógenos. Los patógenos encuentran una barrera antagónica en estos microorganismos antes y durante la infección primaria y también durante la diseminación secundaria del patógeno en la raíz. Muchos de estos microorganismos promueven el desarrollo de la planta mediante estímulos químicos, además de suprimir el ataque (Erwin, Bartnik-García y Tsao, 1983).

Existen diversas especies de bacterias, especialmente del género *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Serratia*, *Streptomyces*, *Erwinia* y *Burkholderia*, y también diferentes géneros de hongos, entre ellos *Trichoderma*, *Beauveria*, *Metharhizium*, *Paecilomyces* que han demostrado efectos represores de patógenos del suelo y aire (Delgado, 2003).

### 2.1.6 La filoplana

Se puede tener una impresión en la mente, una visión general de lo que comprende un paisaje lleno de hojas y de superficies foliares, la filoplana es básicamente las dos dimensiones de la superficie de la hoja, desde que el término filo, significa hoja y plano, significa superficie, en términos concretos. En términos globales al término filoplana ha sido incluida una tercera dimensión incluyendo, lo que rodea a la filoplana como: tallos, hojas,

yemas, flores, de todas las superficies aéreas de la planta; el ambiente de la filoplana incluye aspectos físicos, químicos y componentes biológicos, todos los espacios que rodean a la planta (Windels, y Lindow, 1990).

En la últimas décadas se ha desarrollado un enorme interés por investigar sobre el rol que juegan algunos organismos como los patógenos foliares. Es también conocido que las poblaciones de microorganismos epifíticos viven en la superficie de las hojas y son capaces de influir en las especies patogénicas durante el proceso de infección de las hojas (Dickinson, y Preece, 1976.).

Existen recientes progresos sobre el control biológico de algunas enfermedades foliares, SUDO, en 1989, logró controlar el *Catacauma torrendiella* y *Coccostroma palmicola*, agente causante de una enfermedad en cocotero, mediante *Acremonium alternatum* y *Acremonium persicinum* que son hiperparásitos y que fueron aislados directamente de los estromas de estos patógenos. Estos antagonistas son multiplicados y pulverizados en los tallos del cocotero afectados por esta enfermedad, y cuando las plantas están en fase de fructificación, época en la que es más perjudicial o cuando el *Acremonium* no está presente. Es importante destacar que los patógenos foliares hacen previamente un estado de transeúntes en la interacciones con otros microorganismos epifíticos (Baker, y Coor, 1974).

Es conveniente conceptualizar que la microflora epifítica está compuesta por microorganismos residentes y transeúntes o causales. Los organismos residentes de la epiflora son aquellos que se multiplican sobre la superficie foliar de la planta sin causar daño al hospedante. Generalmente estos organismos no son específicos y ocurren en una amplia gama de plantas. Y estos pueden ser epífitos, si ellos habitan en la superficie foliar y endófitos si ellos ingresan a la estructura de las hojas, los microorganismos pueden moverse de la superficie a la parte interna o viceversa y también pueden ocupar los dos espacios.

### **2.1.7 Características del ambiente de la filoplana**

Es un ambiente abiótico de la parte aérea es muy diferente al ambiente del suelo. Ocurriendo en la superficie de la hoja más rápidamente variaciones que en la superficie de las raíces. A períodos húmedos se suceden períodos secos, lo cual hace que constantemente este modificando o cambiando la población de la filoplana (Bettiol, 1992).

La temperatura, humedad relativa, radiación solar, exposición de la luz, lluvias, rayos ultravioletas, polución o contaminantes atmosféricos son componentes que generan grandes cambios en la población de los residentes de la filoplana. La humedad relativa en la superficie de las hojas es probable que sea el factor más importante de influencia en el crecimiento de estos microorganismos en éste hábitat puesto que para el crecimiento o sobrevivencia de estos organismos se necesita de humedad suficiente, especialmente una humedad relativa superior a 95% (Blakeman, y Fokkema, 1982).

La disponibilidad de los nutrientes, que al mismo tiempo depende de la nutrición de la planta y la relación hídrica de la planta con el suelo, también influye en los microorganismos de la filoplana. Tanto la microflora de la rizósfera como de la filoplana de la planta ser mantenidas con exudados de la superficie de la raíz o de las hojas extendiendo diferencias cualitativas o cuantitativas, es decir, las poblaciones pueden cambiar de acuerdo al desarrollo de las plantas, ubicación de las hojas y de acuerdo a la condiciones climáticas, en todos estos casos siempre ocurre una competencia por nutrientes de cada uno de estos organismos o componentes residentes de la filoplana (Burrage, 1971)

En la filoplana son encontrados exudados foliares o residuos orgánicos, granos de polen, secreciones causadas por áfidos u otras sustancias, estos nutrientes inorgánicos lixiviados incluyen todos los minerales esenciales o algún otro elemento encontrados comúnmente en la planta incluyendo los macro y micro elementos. También incluyen grandes cantidades de sustancias orgánicas como: azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, fenoles, vitaminas, reguladores de crecimiento entre otros. De acuerdo al crecimiento, desarrollo y ubicación de las hojas en la planta existe disponibilidad de nutrientes para estos microorganismos, el crecimiento de estos es mayor si hay mayor disponibilidad de

exudados, ácidos orgánicos y otros nutrientes disponibles (Preece, y Dickinson, 1971).

### 2.1.8 Colonización de la filoplana por microorganismos:

Las especies del genero *Pseudomonas* que son epifíticas en la superficie foliar del frejol, soja entre otras leguminosas, se encontraron muchas bacterias que siendo de la misma especie de la fitopatógenas; sin embargo, tenían otro comportamientos epifíticos y eran controladores biológicos porque secretaban más antibióticos que otras, es decir fue un control por antibiosis (Delgado, 2003).

Con el desarrollo de las hojas aumentará la disponibilidad de nutrientes, esto significa que hay mayores exudados de azúcar, granos de polen o sustancias de origen diversos. Rodger, G. y Blakeman, J.P. 1984. Afirman que el aumento del nivel de microorganismos es posiblemente cuando también se desarrolla gran secreción por áfidos y producen mayores exudados. Lawson et al., en 1988, observó que las altas concentraciones de diterpenos inhibían la germinación de *Peronospora tabacina* en el cultivo de tabaco (Colleque de la Société Francaise de Phytopathologie, 1983).

En las hojas de arvejas verdes, en estadio inicial no germinaron las esporas del hongo filamentososo de la enfermedad, éstas permanecieron en estado de dormancia, y cuando la plana pasó a ser vencida hubo tejidos. También hubo un aumento de la actividad de hongos filamentosos saprófitos, que pueden ser observados a inicio de la senescencia de las hojas e incluso algunos hongos saprófitos atacan antes de la senescencia, muchas de las hojas quedaron colonizadas por hongos saprófitos secundarios como *Cladosporium*, *Alternaria* y *Stemphylium* (Dickinson, 1967).

### 2.1.9 Interacciones de microorganismos

Los ecologistas microbianos describen las interacciones de los microorganismos de la filoplana como dañinos y benéficos en la planta de acuerdo a los términos comensalismo, mutualismo y antagonismo. Comensalismo, es cuando interactúan unas con otras, sin

perjudicarse ni beneficiarse los dos microorganismos; mutualismo, cuando los dos interactúan y los dos se benefician y antagonismo, cuando los dos interactúan y las dos se perjudican. Efectos dañinos causados por patógenos de la planta son evidentes y también benéficos, o llamado control biológico, la pregunta es ¿Qué papel juegan los comensalistas? Los fitopatólogos focalizan el antagonismo pero necesitan apreciar las otras instalaciones que hay, el impacto potencial que hay en el huésped, entre los casos que realmente no se ven y pasan muy superficialmente desapercibidos y no se analizan, son las interacciones que ocurren en la filoplana como, la fijación del nitrógeno, alteración de la composición y en consecuencia de la producción misma de la planta. La bacteria *Beijerinckia sp.* fue observada ocupando pilocidades de la superficie foliar del algodónero, éstas obtienen nutrientes de las pilocidades y fijan nitrógeno. Extrapolando estos datos indican que ésta bacteria puede proveer significantes cantidades de nitrógeno para el cultivo del algodónero (Campbell, 1985).

Las esporas de *Pseudomonas tabacina* inyectadas dentro del corte del tallo de tabaco indujeron resistencia sistémica al mildiú del tabaco e incrementaron un 20% de la producción, este incremento de la producción fue mayor con respecto al testigo. Las interacciones sobre la colonización de los microorganismos en el tejido dan resultado aumentando las producciones agrícolas (Tuzun *et al.*, 1986).

#### 2.1.10 Control biológico de los patógenos

El control biológico es una interacción microbiana que recibe mayor atención debido a la preocupante polución atmosférica, es decir al uso de agroquímicas, en consecuencia el control biológico se presenta como la mejor alternativa. ¿Puede el biocontrol ser desarrollada por los agricultores? La respuesta a ésta cuestión es que hay que analizar cronológicamente que es lo que ha pasado en el pato sistema.

El objetivo fundamental de la investigación ha sido desarrollar biocontroladores o métodos prácticos de biocontroladores y estrategias para el control de algunas enfermedades foliares, la investigación empezó en 1970 con la caracterización de la epiflora endofítica y epifítica de las hojas del tabaco y en relación al ataque de *Alternaria*. SPURR, 1977.

Menciona que *A. alternata* no patogénica fue abundante empezando con la emergencia; de las hojas, las yemas, donde se encontró cantidades similares a los aislamientos a los patogénicos. (Windels y Lindow, 1985). Inoculación de hojas con esporas de *A. alternata* no patogénica produjo una decreción de infección

de *A. alternata* patogénica lo cual es llamado también “pre-inmunidad”. El mecanismo del biocontrol no está enteramente claro; sin embargo, la producción de toxinas, fitoaléxinas, competencia por nutrientes es considerada seriamente para encontrar una explicación. El crecimiento micelial de *A. alternata* no patogénica sobre la hoja fue frecuentemente colonizado por bacterias, las cuales causan lisis, ha sido considerandos que ésta bacteria en conjunción con *A. alternata* no patogénico en la superficie pueden controlar *A. alternata* patogénica, dos investigaciones fueron iniciadas siguiendo esta observación (Spurr y Ewly, 1975).

En un estudio se tuvo hojas tratadas con 70% de etanol, en este tratamiento decrecieron normalmente las bacterias resistentes a hongos de la epiflora en hojas de tabaco en un 91 a 100% respectivamente. En un primer ensayo se hizo aplicando conidias de *Alternaria alternata* no patogénica, luego se aplicó las conidias de *A. alternata* patogénica. En el segundo ensayo se aisló las bacterias y bioensayos para el biocontrol de *Alternaria alternata* patogénica. Todos estos dos trabajos se hicieron en hojas de tabaco, luego las esporas de las bacterias fueron tamizadas y uno de ellas fueron *Bacillus cereus* var. *mycoides* el cual previno el desarrollo de la mancha foliar en condiciones controladas. Después de éste descubrimiento de *Bacillus cereus* var. *mycoides*, los strain como *Bacillus thuringiensis* se venden comercialmente en formulaciones para aplicaciones foliares del control de insectos. El *B.t.* strain *H-1* fue equivalente al *B. mycoides*. En Ohio se aisló una bacteria gran negativa a partir de hongos patógenos del maíz. Ésta bacteria fue identificada como *Pseudomonas cepacia* la bacteria controla espectacularmente “alternariosis” y “cercosporiosis”, especialmente *Cercospora arachidicola* en el cultivo del maní (Sleesman y Leben, 1976).

Para las aplicaciones de estos microorganismos benéficos se preparan grandes cantidades de agua con suspensiones bacterianas y esto resulta una tarea muy difícil y laboriosa, también considerables cantidades de células bacterianas vivas para poder fermentarlo, luego para hacer aplicaciones en el campo. Los métodos pueden ser mejorados para el desarrollo del control de la enfermedad, uno de ellos es la preparación de leofilizados esto se evaluó para ver su persistencia en control de “cercospora”. La bacteria fue aplicada

cada dos semanas hasta en tres localidades diferentes, luego se sacó muestras para ver si están controlado y se encontró que prevalecían bastante en la

superficie, una bacteria gran positiva *Bacillus sp.* formando de esporas, la cual varía en cantidades altas y bajas en comparación con *Pseudomonas cepacia* éstas pruebas de campo demostraron que este biocontrol es variable, su concentración varían de 20% a 70% según el principio o final de la estación, el biocontrolador fue más efectivo que algunos fungicidas, pero menos que los fungicidas recomendados. Numerosas bacterias decrecen dramáticamente después de ser aplicadas, usualmente menos del 5% de la bacteria introducida sobrevive después de 14 días de ser aplicadas (Knudsen y Spurr, 1987).

Las bacterias antagonicas introducidas que sobreviven en la filoplana son de importancia primaria, en la mayor parte de los escenarios, el biocontrol de un antagonista introducido puede sobrevivir al efecto del control, esto depende de la adaptación de la bacteria antagonista. La sobrevivencia fue reconocida como un punto crítico y se sugiere la vía más efectiva para garantizar un biocontrol en las especies conocidas. La habilidad de sobrevivencia en la superficie de la hoja es considerada de igual importancia que la misma de biocontrol (Leben, Daft, Wilson y Winter, 1965).

#### **2.1.11 Interferencia del hombre en la colonización de la filoplana:**

El equilibrio de la población microbiana de la filoplana puede ser quebrado fácilmente por interferencia del hombre, la modificación del microambiente de la superficie foliar puede ser producido por aplicación de productos químicos como insecticidas, fungicidas, acaricidas, hormonas, fertilizantes u otro, estas alteraciones pueden interferir en la enfermedad. También ocasiona disturbios sobre la microflora saprofítica de la superficie de la planta y su actividad antagónica, con respecto al patógeno reduce la incidencia de la enfermedad en el campo, disminuyedo también el control natural. Entre tanto los efectos de diversas sustancias químicas, por ejemplo los fungicidas sobre el impacto de los sistemas del ambiente son poco conocidos, y las relaciones de esas sustancias y la microflora de la filoplana mucho menos (Baker y Coor, 1974).

Estos impactos causan efectos locales sobre la ecología, en los últimos tiempos ha tenido un significado práctico, porque la diversidad de la microflora de la filoplana puede inhibir la infección del patógeno y por ende la enfermedad (Leben, Daft, Wilson, y Winter, 1965).

#### **2.1.12 Papel de los nutrientes en la regulación de población microbiana epifíticas:**

Los nutrientes deben de estar disponibles en las hojas para soportar solamente el crecimiento de los componentes epifíticos, es más también de patógenos que pasan por una fase de resistencia antes de la penetración. La alteración causada por la disponibilidad de nutrientes en la filoplana posiblemente afecta la ocurrencia de la enfermedad a través de la microflora antagonista o a través de la carencia nutricional, y por lo tanto reduce la capacidad patogénica de la enfermedad (Preese y Dickinson, 1971).

#### **2.1.13 Utilización de antagonistas para el control biológico**

Una manera comúnmente utilizada en el control biológico de patógenos en la filoplana es a través de la introducción de antagonistas en las hojas, para que un antagonista sea eficiente debe tener: capacidad de multiplicarse y colonización en la superficie de las hojas. Debido a las exigencias de las condiciones ambientales específicas de los microorganismos, se ha necesitado utilizar modificaciones, siendo la aplicación de nutrientes a la filoplana al que obtuvo mejor resultado (Windels y Lindow, 1990).

Para cada patosistema existe un lugar apropiado para realizar aislamientos de antagonistas eficientes, por lo tanto las oportunidades para la obtención de microorganismos especialmente antagonistas está aumentando por las investigaciones orientadas a aislarlos en el mismo ambiente en donde serán utilizados. De esta forma los microorganismos nativos de la filoplana, posiblemente sean los más adecuados en ese ambiente, sin embargo también pueden ser utilizados como antagonistas eficientes, lo que ocurren en otros hábitats. En el primer caso son conocidos como antagonistas o que ocurren naturalmente y en el segundo caso son antagonistas extraños (Bastos, 1979).

#### 2.1.14 Introducción de antagonistas que ocurren naturalmente

Los microorganismos residentes que ocurren naturalmente en la superficie de las plantas pueden estar adaptados para sobrevivir y crecer en este hábitat. Estos organismos pueden ser efectivos antagónicos contra el patógeno. Debiendo encontrarse en otro hábitat que puede ser antagónico a patógenos. Posiblemente otros organismos de otros hábitats son menos adaptados o vivirán menos en la filoplana y en consecuencia serán replicados o pulverizados más frecuentemente en las hojas de las plantas (Windels y Lindow, 1990).

Algunas enfermedades han sido controladas con antagonistas introducidos en forma natural *A. alternatum* y *A. persicinum* aislados de los estomas de *C. torrendiella* y *C. palmicola* controlaron efectivamente la mancha negra del cocotero cuando se pulverizó la planta. En algunos casos una aplicación es suficiente para el control y para la instalación del hiperparásito. SPENCER, 1980. Pone como ejemplo que con una pulverización de *V. lecanii* en plantas de clavel inoculadas con *U. dianthi*, se controla dicho patógeno. OJEDA en 1962, redujo la “roya” con *V. lecanii* con una aplicación de suspensión de *Verticilium* sobre hojas lesionadas, los uredinoporos de *H. vastatrix* son destruidas, el mismo autor probó el efecto protector del antagonista en otros cultivos. Aplicaciones semanales con suspensión de esporas de *Ampelomyces quisqualis* en pepino, en condiciones de una buena vegetación, se obtuvo aumentos del 50% a más en la producción. LOPES, en 1986, utilizando *P. fluorescens* aislando del cartucho del maíz, verificó un efectivo control de *P. avenae* del mismo cultivo en condiciones de campo y ensayos en condiciones controladas. *Bacillus cereus* sub sp. *mycoides* aisladas de hojas del tabaco controlaron la mancha necrótica producido por *Alternaria alternata*. (Last, F.T. 1955). La reducción del 50% a más en la infección de las hojas del trigo por *S. nodorum*, se obtuvo con aplicaciones de levaduras como: *S. roseus*, *A. pullulans* y *C. laurentii* var. *florescens*, residentes en la filoplana del trigo (Sudo, 1989.)

#### 2.1.15 Consideraciones generales del control biológico de enfermedades de la filoplana

Según Leben, 1959. Relatando sus estudios de controladores biológicos de la filoplana y

como se mueven los microorganismos en la epífita, mencionó que el control biológico que este pensó hacer fue más complicado de lo que imaginó en 1959.

Según Bettiol en 1992 Considera los siguientes:

2.1.15.1 Los microorganismos traídos de afuera necesitan un periodo de adaptación.

2.1.15.2 Existen microorganismos en la filoplana que son capaces de interferir con las especies patogénicas y otros en los procesos de infección de las enfermedades de las plantas.

2.1.15.3 Para los cultivos perennes se recomienda buscar controladores, los cuales tengan capacidad de hiperparásitismo, pues éstos dan resultado promisorio, y para los cultivos anuales hacer un estudio minucioso de la epífita y buscar el periodo crítico, y los mejores momentos para establecer los microorganismos.

2.1.15.4

2.1.15.5 En el control biológico, no son tan espectaculares los resultados, por lo tanto se debe de integrar éste, al manejo integrado de enfermedades.

#### **2.1.16 Localidades apropiadas para aislamiento de antagonistas**

Los antagonistas deben ser buscados en las mismas áreas donde el patógeno causa daño, en donde ha disminuido la frecuencia de la enfermedad o no se desenvuelve éste, en presencia del patógeno susceptible (Baker, y Coor, 1974). Algunos autores sugieren:

- 1) Cuando el patógeno es incapaz de establecerse.
- 2) Cuando el patógeno está presente mas no causa enfermedad.
- 3) El potencial del inocular del patógeno ha disminuido en un monocultivo continuo.
- 4) Cuando el hospedero y el parásito es nativo de la zona.
- 5) Cuando por diversas razones se sospecha que el patógeno está presente pero no causa daño.

### 2.1.17 Aislamiento de microorganismos con potencial antagonico

Pruebas consistentes en sembrar las posibles poblaciones de microorganismos antagonicos en placas Petri, plaqueadas con agar, enfrentando con el patógeno y verificar los microorganismos que posee capacidad antagonica, considerando la zona de inhibición. Busco yemas, frutos, hojas del manzano de campo, luego las lavó en solución de fosfato baferada 0.5 M, luego se agitó a 150 rpm durante 10 minutos, después lo pasó en 10 mL pasando a placas, con medio papa-dextrosa-agar, incubando por un tiempo de 48 horas y una temperatura de 24 °C, sacando de cada placa Petri una suspensión acuosa de 105 esporas/ml de *Penicilium expansum* y a las 72 horas se evaluó la zona de inhibición o la actividad antagonica (Janisiewicz, 1987).

Con la misma metodología obtuvieron 230 aislamientos bacteriales de hojas en pepino de los cuales 2 inhibían la antracnosis en el mismo cultivo (Leben 1964). Con el objetivo de aislar levaduras para el control de *Cochliobolus sativus* y *Leptosphaeria nodorum* en hojas de trigo, se utilizó la misma metodología seguida por Janisiewicz, en 1987, y para evitar el desarrollo de bacterias como contaminantes se usó BDA con 100 mg/L de sulfato de estreptomicina, en vez de utilizar el lavado de los órganos y luego agitar; también se puede utilizar el baño ultra-sonido (Luz, 1984).

## 2.1 HIPOTESIS

### 2.2.1. Hipótesis general

a. Existe efecto de las bacterias antagonistas y los productos químicos en el control de mancha foliar (*Stemphyllum vesicarium* Wallr.) en el cultivo de esparrago en la condiciones de la irrigación Chavimochic.

### 2.2.2. Hipótesis específicas

a. Existe diferencias en la eficiencia entre las bacterias antagonistas y los fungicidas en el control de mancha foliar (*Stemphyllum vesicarium* Wallr.) en el cultivo de esparrago en las condiciones de la irrigación Chavimochic.

- b. Existe diferencias en la cantidad de mancha foliar (*Stemphyllum vesicarium* Wallr.) acumulada entre las plantas tratadas con bacterias antagonistas y las plantas tratadas con los fungicidas.
- c. Existe un mayor o igual rendimiento de espárrago verde en relación a los fungicidas.



CAPITULO III: METODO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Medio experimental

3.1.1 Lugar y fecha de ejecución del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo dentro de la irrigación Chavimochik en la parcela experimental, Turno 4, Modulo 3, Fundo Muchik de la empresa Danper Trujillo S.A.C. Ubicada geográficamente a 8°14'11.51" de latitud sur y 78°56'45.58" de longitud oeste, a una altitud 200 msnm, señalada de color amarillo en la figura 1.

La fase experimental en campo duró aproximadamente 6 meses desde el inicio de la campaña hasta la obtención de los datos de cosecha, del 19 de Diciembre del 2013 al 11 de Junio del 2014.



Figura 1. Mapa del fundo Muchik y ubicación del experimento.

3.1.2 Características del cultivo en conducción

El trabajo se realizó en un campo de cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) del cultivar UC-157 F1, instalado con sistema de riego por goteo a una densidad de siembra de

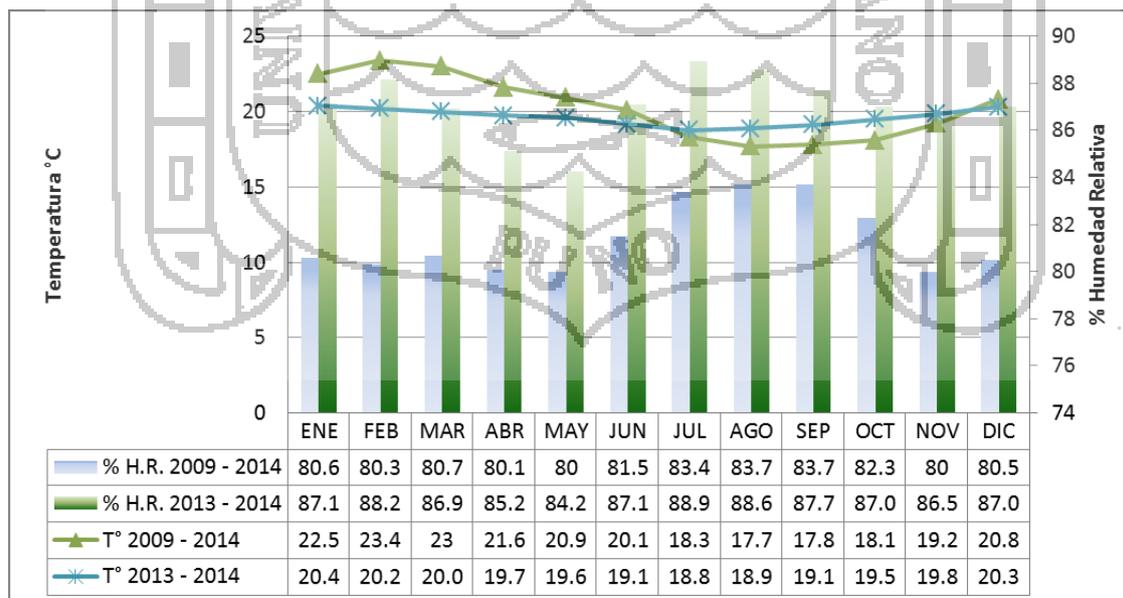
30,000 plantas/ha, conducido para producción de espárrago verde y con las siguientes características de siembra:

- Transplante de plantines a una hilera.
- Distanciamiento entre surcos : 1.8m
- Distanciamiento entre plantas : 0.17m
- Longitud de los surcos : 110m
- Distancia de calles : 3m
- Número de campañas : 08
- Edad de la plantación : 4 años

### 3.1.3 Climatología y ecología

La región La Libertad, presenta una privilegiada variedad climática y ecológica, en un espacio que varía desde el nivel del mar hasta los 4200 msnm, posibilitando la formación de espacios con diferentes características climáticas, que van desde los desiertos subáridos tropicales en la costa, hasta la tundra pluvial andina en las zonas alto andinas. En las costas el clima se considera semitropical, es cálido y primaveral, con una temperatura promedio anual de 18.9°C.

En la figura 2, se resume las condiciones de temperaturas (máximas, mínimas y promedio), así como los promedios mensuales de humedad relativa (HR) registrados durante los meses en los que se desarrolló el presente experimento.



**Figura 2.** Promedio mensual de las temperaturas máximas, mínimas y humedad relativa registradas (período 2009 – 2014). Fundo Muchik, La Libertad.

Fuente: Estación Meteorológicas Danper Trujillo S.A.C.

### 3.2 Material experimental

#### 3.2.1 Productos biológicos a prueba

Los microorganismos antagonistas utilizados en el presente trabajo de investigación se muestran en el tabla 2.

**Tabla 2.** Microorganismos antagonistas y su descripción.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	FORMULACION	CARACTERIASTICAS	MODO DE ACCION
ENA-12	<i>Pseudomonas putida</i>	25,000 UFC* viables / ml.	Impacto represor de aislamientos bacteriales aislados de la filósfera y rizósfera. Producto biológico.	Inhibición del desarrollo micelial de <i>S. vesicarium</i> .
ENA-24	<i>Bacillus cereus</i>	25,000 UFC viables / ml.		
B-4	<i>Bacillus sphaericus</i>	25,000 UFC viables / ml.		
ALE-155	<i>Paenibacillus macerans</i>	25,000 UFC viables / ml.		

\*UFC, Unidad Formadora de Colonias.

#### 3.2.2 Productos químicos y su descripción

Los productos descritos en la tabla 3, son los utilizados en la actualidad como tratamiento utilizado por la empresa Danper Trujillo SAC. y para fines de la investigación representa el tratamiento comercial.

**Tabla 3.** Descripción de fungicidas químicos.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	GRUPO QUIMICO	FORMULACION	MODO DE ACCIÓN	DOSIS
DITHANE	Mancozeb 430 g/L Ingredientes inertes 570 g/L	Ditiocarbamato	Suspensión Floable	Fungicida de multiacción, inhibe diversos procesos de la respiración celular e inactiva enzimas responsables de actividades de síntesis dentro de las células del hongo. Estas características hacen prácticamente imposible que los hongos puedan desarrollar resistencia al producto.	2.0 - 3.0 l/ha
SYL	Propineb 700 g/kg Aditivos 300 g/kg	Ditiocarbamato	Polvo Mojable	Fungicida de contacto, preventivo y de amplio espectro. Reacciona con las enzimas sulfhidrilicas e impide su acción.	0.5 - 0.6 kg/cil
POLYRAM	Metiram 800 g/kg Aditivos 200 g/kg	Ditiocarbamato	Gránulos Dispersables	Fungicida de contacto y preventivo. Forma una barrera sobre la superficie de la planta impidiendo la germinación de esporas y son absorbidos por el patógeno en proporciones tóxicas.	1.5 - 2.0 kg/ha

DACONIL	Chlorothalonil 720 g/l Aditivos 625 g/l	Cloronitrilo	Suspensión Concentrada	Conjugación y disminución de tios, en particular del glutatión procedente de las células fungosas germinativas, llevando a la interrupción de la glicólisis y producción de energía, que termina en la muerte del hongo.	0.35 - 0.40 l/Cil
---------	--	--------------	---------------------------	---	-------------------------

### 3.2.3 Productos coadyuvantes

Los coadyuvantes son utilizados (Tabla 4) en la actualidad para mejorar la dispersión y adherencia de los productos químicos y/o biológicos en la superficie de la hoja u órgano vegetal. Para fines de no modificar la naturaleza de las bacterias antagonistas, el adherente utilizado fue el producto Golden Natural (Aceite Vegetal). Para los productos químicos se utilizó el Aderal (Nonil fenol éter polioxietilado).

**Tabla 4.** Descripción de coadyuvantes.

Producto	Ingrediente activo	Características
Golden Natural	Aceite de soya	Aceite vegetal de soya, actúa como encapsulador, aumentando la adherencia, dispersión y penetración del plaguicida o fungicida de uso agrícola.
Aderal	Nonil fenol éter polioxietilado	Es un auxiliar para la adherencia, humectación de los agroquímicos, pero sin intervenir en su mecanismo de acción. Está en el grupo de los surfactantes no iónicos, es decir es un producto que actúa sobre la superficie, pero sin carga eléctrica. Al agregar el adherente a la mezcla, disminuye la fuerza que ejerce sobre la superficie de los líquidos (tensión superficial) y que limita el cubrimiento total de la solución de las hojas.

### 3.2.4 Materiales para aplicación

Materiales para la aplicación de tratamientos:

- Equipo de aplicación fitosanitaria (LFM 10 y tractor John Deer)

- Bidones de 50 litros de capacidad
- Equipos de protección personal (Camisa, pantalón, Mascara, Lentes herméticos, guantes, gorra, mandil y botas)
- Banderines.
- Balanza
- Cartillas de evaluación (ver anexo).
- Tablero de evaluación.
- Plumón indeleble.

### 3.3 Metodología utilizada en la conducción del experimento

#### 3.3.1 Diseño experimental

La distribución de los tratamientos se realizó siguiendo el diseño estadístico de bloques completos al azar con cinco tratamientos más un testigo y cuatro repeticiones (ver anexo 1).

#### 3.4 Características de diseño experimental.

##### **Bloques**

Nº de bloques	4
largo de bloques	110 m.
Ancho de bloques	120,6 m.
Separación entre bloques	3,5 m
Superficie del bloque	13 616 m <sup>2</sup>

##### **Parcelas**

Nº de parcelas por bloque	6
Nº de parcelas por experimento	24
Largo de parcela	110 m.
Ancho de parcela	17,6 m.
Separación entre parcelas	3,0 m.
Superficie de cada parcela	1 936 m <sup>2</sup>

N° de plantas por parcela 5 808

### Surcos

N° de surcos por cada parcela 8  
Distanciamiento entre surcos 2,2 m.  
N° de surcos por bloque 48  
N° de surcos por experimentos 192

**Área total del experimento** 54 330,3 m<sup>2</sup>

### 3.5 Factores de estudio

#### 3.5.1 Microorganismos biológicos

- ENA-12 (*Pseudomonas putida*)
- ENA-24 (*Bacillus Cereus*)
- B-4 (*Bacillus sphaericus*)
- ALE-155 (*Paenibacillus macerans*)

#### 3.5.2 Productos químicos para rotación:

Mancozeb (Dithane), Propineb (Syl), Metiram (Polyram) y Clhorothalonil (Daconil).

#### 3.5.3 Tratamiento control

Testigo sin aplicación.

#### 3.5.4 Análisis estadístico

Los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS versión 9.0 y INFOSTAT versión estudiantil 2013 para Windows. Para determinar el porcentaje de control en función al incremento de manchas por día se utilizará el Diseño Bloque Completo al Azar con 06 tratamientos, cuatro bloques (repeticiones) y 24 unidades experimentales, donde se evaluó 3 plantas en 05 puntos de muestreo por unidad experimental.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es el acumulado total de manchas.

$\mu$  = Media general del acumulado de manchas.

$\alpha_i$  = Efecto de tratamientos sobre el acumulado de manchas.  $\beta_j$  = Efecto de bloques sobre el acumulado de manchas

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental.

Antes de realizar el análisis de varianza para el caso de datos expresados en porcentaje fueron transformados, usando la fórmula  $Y = \arcsen \sqrt{\frac{\%}{100}}$  y los datos procedentes de conteos fueron transformados usando la fórmula  $Y = \sqrt{x}$  (Ibañez, 2009 y Reyes, 1990); posteriormente, se realizó el análisis de varianza y la comparación entre tratamientos, utilizando la prueba de significancia de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

**Tabla 5.** Descripción y dosificación de tratamientos.

Tipo	Trat.	Productos	Dosis/ Cil	Cil/ Ha	Dosis/ Ha	Área Tratamiento	Total Producto	
Testigo	T0	Ninguno				0.98		
Biológicos	T1	ENA-12	5.0	3.5	17.50	0.98	17.10	
		Golden Natural	0.5	3.5	1.75	0.98	1.71	
	T2	ENA-24	5.0	3.5	17.50	0.98	17.10	
		Golden Natural	0.5	3.5	1.75	0.98	1.71	
	T3	B-4	5.0	3.5	17.50	0.98	17.10	
		Golden Natural	0.5	3.5	1.75	0.98	1.71	
	T4	ALLE-155	5.0	3.5	17.50	0.98	17.10	
		Golden Natural	0.5	3.5	1.75	0.98	1.71	
	Químicos	T5	DITHANE	0.4	3.5	1.50	0.98	1.47
			Aderal	0.1	3.5	0.35	0.98	0.34
Ácido fosfórico			0.1	3.5	0.18	0.98	0.17	
SYL			0.4	3.5	1.50	0.98	1.47	
Aderal			0.1	3.5	0.35	0.98	0.34	
Ácido fosfórico			0.1	3.5	0.18	0.98	0.17	
POLYRAM			0.4	3.5	1.50	0.98	1.47	
Aderal			0.1	3.5	0.35	0.98	0.34	
Ácido fosfórico			0.1	3.5	0.18	0.98	0.17	
DACONIL			0.2	3.5	0.80	0.98	0.78	
Aderal			0.1	3.5	0.35	0.98	0.34	

		Ácido fosfórico	0.1	3.5	0.18	0.98	0.17
--	--	--------------------	-----	-----	------	------	------

**NOTA:** El tratamiento químico compuesto por diferentes fungicidas se aplicó en orden secuencial y bajo una frecuencia definida. La primera aplicación se inició con el producto Dithane y se culminó con Daconil, terminada la secuencia se reinició con la rotación de los fungicidas hasta cerrar el ciclo.

**Tabla 6.** Cantidades total de los productos biológicos, productos químicos y coadyuvantes.

N°	PRODUCTOS	Cantidad	Unidad	N° Aplicaciones	Cant. Total
1	ENA -12	17.10	lt.	5	85.52
2	ENA -24	17.10	lt.		85.52
3	B-4	17.10	lt.		85.52
4	ALLE -155	17.10	lt.		85.52
5	DITHANE	1.47	kg.	2	2.93
6	SYL	1.47	kg.	1	1.47
7	POLYRAM	1.47	kg.		1.47
8	DACONIL	0.78	lt.		0.78
9	GOLDEN NATURAL	6.84	lt.	5	34.21
10	ADERAL	1.37	lt.		6.84
11	ACIDO FOSFORICO	1.09	kg.		5.47

### 3.6 Procedimiento

#### 3.6.1 Adquisición del material biológico y químico.

La empresa INSUBIOL E.I.R.L. proveyó 20 litros semanales de cada uno de los aislamientos en estudio. Este material biológico estuvo disponible en el vivero D'Mila de Laredo para ser recogido y trasladado bajo responsabilidad de Danper Trujillo.

Los agroquímicos fueron proporcionados por la empresa Danper Trujillo, y entregados por el almacén en las fecha de aplicación. El costo fue asumido por la misma empresa y direccionado al módulo y turno donde fue aplicado.

#### 3.6.2 Preparación de las parcelas.

Se determinó las parcelas antes de iniciado el cultivo, en la última semana de cosecha, cada parcela constó de 8 surcos de 110 metros de largo y 17.6 de ancho y tres metros entre parcela al cual se le denomina calle de aplicación. Para diferenciar las parcelas se marcaron con letreros en las cuatro esquinas, indicando el tipo de tratamiento (fig. 3)



**Figura 3.** Delimitación de parcelas experimentales.

### **3.6.3 Preparación de la suspensión bacteriana a aplicar en las parcelas**

Pasado el periodo de incubación de las bacterias en los frascos de 20 litros de caldo CASOY (Fig. 10 del anexo) se tomó la cantidad 17.1 litros de suspensión bacteriana, los cuales se vertieron en el tanque del equipo de fumigación LFM, se adicionaron 1.71 litros de aceite vegetal (para permitir una mejor fijación de las bacterias al tejido vegetal) obteniéndose de esta manera la suspensión bacteriana en un volumen final de 686 litros de caldo para aplicar a las parcela del tratamiento que correspondiera. Este mismo procedimiento se siguió para obtener la suspensión bacteriana.

La aplicación de los productos químicos se realizó terminada la aplicación de todos los tratamientos de bacterias para evitar contaminación de la suspensión bacteriana. Para este caso se procedió según la tabla 5.

### 3.6.4 Tipo de aplicación

La aplicación de las parcelas se realizó a los once días de iniciado el crecimiento de brotes, y antes que la infección ocurra para impedir la penetración de las conidias de *S.vesicarium*.

Se realizaron las aplicaciones cada 5 días durante cinco semanas empleando una fumigadora mecanizada LFM (Lavadora Full Maquinaria) de 3000 litros de capacidad, descarga de 300 litros/min, 8 boquillas ATR 4 por surco (Fig.11 del anexo). Las aplicaciones se realizaron durante la noche a fin evitar la deriva por alta velocidad del viento y radiación solar.

Los resultados de la calibración del equipo aplicación fueron los siguientes: marcha de 1B (7.14 km/h), 2000 RPM (revoluciones por minuto) y 10 bar de presión.

### 3.6.5 Evaluación de variables

Se inició con la marcación de las tres plantas por parcela cuando la planta inicio la etapa de ramificación (11 días de cultivo). Se seleccionó una planta representativa y se marcó con una cinta amarilla para su ubicación en campo, dicha cinta presenta la identificación del tratamiento y unidad muestral. La ubicación de las plantas tuvo una distribución en diagonal dentro de la parcela; ubicadas en los extremos del surco (20 m desde la cabecera) y al centro del surco (Fig. 8 del anexo)

### 3.6.6 Aparición de manchas

Se utilizó la metodología propuesta por el IPEH (Instituto Peruano de Esparrago y Hortalizas). La evaluación de manchas foliares se realizó marcando quince plantas por cada repetición. Las plantas marcadas se dividieron en tres tercios (inferior, medio y superior) (Fig. 9 del anexo); dentro de cada tercio se marcó un segmento de tallo principal de 10 cm, una rama primaria, una rama secundaria y sus respectivos filocladios (Fig. 10 del anexo).

Las evaluaciones se realizaron antes de cada aplicación, con una frecuencia de cinco entre evaluaciones durante las cinco primeras semanas y posteriormente cada quince días.

En las evaluaciones se contabilizó las manchas presentes en las estructuras dentro de los segmentos de 10 cm. en los tres tercios de la planta; la manchas fueron pintadas con plumón indeleble para que no sean contabilizadas en las evaluaciones siguientes.

El número de manchas contadas fueron registradas en la cartilla de evaluación oficial de la empresa (Anexo 3).

### 3.6.7 Porcentaje de control

Para determinar porcentaje de control de los tratamientos se contabilizó la aparición de manchas en cada estructura de la parte área de la planta. La eficacia de los tratamientos se expresó en porcentaje de inhibición de aparición de manchas con respecto al testigo y se calculó usando la fórmula propuesta por Vincent (1947).

$$I = \frac{(C - T)}{C} \times 100$$

Dónde:

I = Porcentaje de inhibición.

C = Acumulado de manchas en el Testigo.

T = Acumulado de manchas con el Tratamiento

### 3.6.8 Acumulación de manchas

Es el resultado de la suma total de manchas acumuladas durante el periodo de estudio, y nos muestra el efecto de los tratamientos en la formación de lesiones. La menor cantidad lesiones determina el efecto preventivo-protector del tratamiento. El cálculo de la cantidad acumulada de lesiones se realizó bajo el sistema de evaluación de *Stemphylium vesicarium* en espárrago.

Acumulado Total=Acumulado evaluación anterior + (Incremento diario x el número de días entre la evaluación anterior y la actual).

### 3.6.9 Rendimiento

Al término de los 147 días de cultivo (21 semanas), se procedió a la medición en

cosecha de los kilos de espárrago producidos en cada parcela; para esto se delimitó cada parcela y señaló según el tratamiento que corresponda. Se designó un evaluador o pesador para realizar dicha labor. La medición se realizó todo los días durante el primer recorrido (6:30 am – 12:00 pm) y por la tarde (02:00 pm – 16:00 pm) por un periodo de 30 días. La suma de los kilos obtenidos en ambos turnos representara la producción diaria por parcela. Los kilos obtenidos en cada parcela fueron transformados a kilos por hectárea. Los espárragos cosechados de las parcelas fueron pesados con una balanza de reloj con capacidad de veinte kilos de capacidad, los pesos fueron registrados en la cartilla de producción de diaria.

### 3.6.10 Costo beneficio

Está relacionado con los kilos obtenidos y el costo de cada tratamiento. De manera alternativa se relacionara con los porcentajes de control. Para ello se realizará el siguiente cálculo.

$$B/C = (RB - RQ)/(CB - CQ)$$

Donde:

B/C = Beneficio Costo

RB = Rdto. Biológico

RQ = Rdto. Químico

CB = Costo Aplic. Biológico

CQ = Costo Aplic. Químico

## CAPITULO IV: EXPOSICIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 PORCENTAJE DE CONTROL DE MANCHA FOLIAR (*Stemphylium vesicarium* Wallr.)

En la tabla 7, análisis de varianza, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas para los bloques, lo cual indica que los bloques no fueron homogéneos en porcentaje de control de mancha foliar. Para los tratamientos existen diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos a nivel del porcentaje de control, a los 140 días de cultivo. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 11.02% para datos transformados ( $\arcsin \sqrt{\%}$ ), lo cual nos indica la confiabilidad de los datos, que según Vásquez (1990) para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor a 20%. No se encontró diferencias estadísticas entre bloques, lo cual nos indica homogeneidad de repeticiones.

**Tabla 7.** Análisis de varianza para el porcentaje de control.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	324.81	3	108.27	9.18	0.0011	3.29	5.42	**
Tratamientos	6276.35	5	1255.27	106.39	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	176.98	15	11.80					
Total	6778.13	23						

CV = 11.02%

En la tabla 8, de los resultados de eficiencia según Vincent (1947) se observa que los tratamiento T5 (Químico) logra el mayor control (63%) de “mancha foliar” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) en relación al resto de tratamientos, corroborando lo dicho por Apaza (2005) que la medida control de este patógeno es controlada en gran medida por productos químicos.

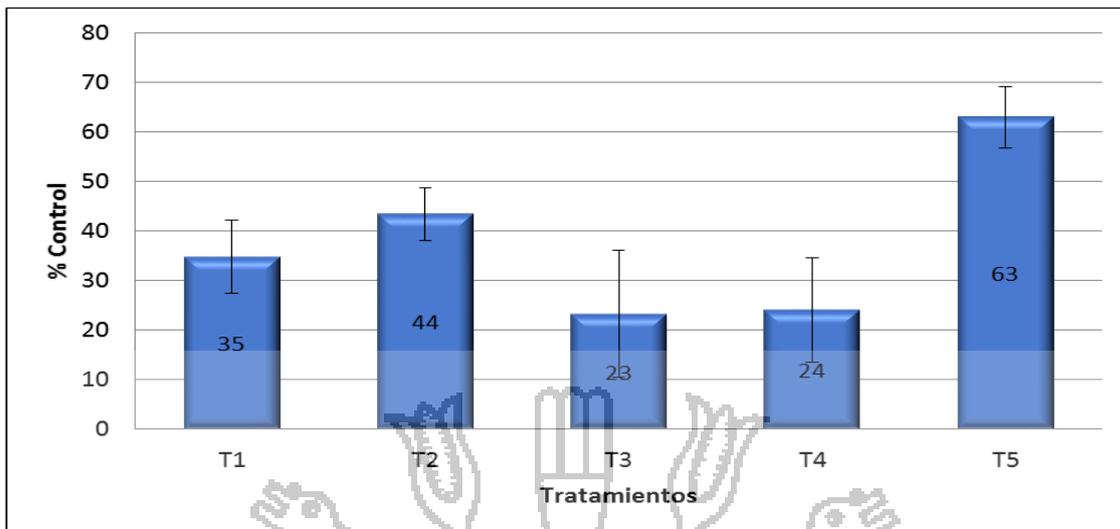
A nivel de los tratamientos biológicos se encontró resultados similares pero con diferencias estadísticas en relación al testigo, teniendo el mejor control los tratamientos T2 (*B. cereus*) y T1 (*P. putida*) con 44% y 35% respectivamente, corroborando lo resultados de

Delgado (2010) donde obtuvo menor infección (48%) de *Stemphylium vesicarium* Wallr. en relación al testigo (72%); a pesar de quedar en segundo lugar, ambos tratamientos tienen una diferencia de aproximadamente 23.5% de eficacia.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey para el porcentaje de control según Vincent (194) en los tratamientos en estudio.

Orden de merito	Tratamientos	Porcentaje de control (%) $\bar{X} \pm D.S.$	Datos transformados (arco seno $\sqrt{\%$ )	Sig. $\leq 0.05$
1	T5= Químico	63 $\pm$ 6.27	52.59	a
2	T2= <i>B. cereus</i>	44 $\pm$ 5.32	41.25	b
3	T1= <i>P. putida</i>	35 $\pm$ 7.37	36.04	b c
4	T4= <i>P. macerans</i>	24 $\pm$ 10.55	28.94	c
5	T3= <i>B. sphaericus</i>	23 $\pm$ 12.84	28.25	c

En la fig. 4 se compara los porcentajes de control según fórmula de Vincent (1947) sobre la inhibición de manchas foliares a los 104 días de cultivo, obteniéndose como mejor tratamiento al T5 (Químico). En comparación con el testigo absoluto puede observarse que los microorganismos antagonistas como las bacterias en estudio presentan una actividad fungicida sobre la formación de manchas o pústulas de *Stemphylium vesicarium*, demostrándose que productos a base de microorganismos pueden actuar como fungicidas, fungistáticos, o como inductores de resistencia, y su acción puede ser preventiva, según lo describe (Baker, 1965).



**Figura 4.** Porcentaje de control sobre la acumulación de manchas foliar (*Stemphylium vesicarium*) como respuesta a cuatro bacterias antagonistas y un tratamiento químico.

Las condiciones ambientales (temperatura entre 16.9 a 18.0 °C y humedad relativa entre 86.5 a 90.9 %,) registradas durante la época de desarrollo de esta investigación fueron favorables para el desarrollo del hongo *Stemphylium vesicarium* Wallr. agente causal de la mancha púrpura del espárrago y se encuentran dentro de los rangos descritos por Hausbeck, 1993 y Elena, 1996, quienes refieren que para el desarrollo de *Stemphylium vesicarium* a nivel de turiones o brotes en donde se produce la mancha púrpura, así como las lesiones o manchas foliares, que se presentan en los filocladios, ramas y ramillas de espárrago, se requieren temperaturas que van desde 14 a 24 °C y por lo menos 8 horas de humedad relativa superior al 95% si es que no hay presencia de lluvias.

El desarrollo de síntomas se observó desde los primeros días de edad del cultivo, mucho antes de la aplicación de los tratamientos, probablemente debido a que como se trata de una enfermedad endémica en la zona, existe una alta presión de inóculo y muchas de las conidias de *Stemphylium vesicarium* que se encontraban dispersas en el ambiente al entrar en contacto con la superficie del hospedante germinaron, emitieron su tubo germinativo y penetraron en el tejido vegetal debido a que encontraron el tejido desprotegido y condiciones climáticas favorables para el desarrollo del patógeno, esto mismo describe Delgado (2001) en el ensayo realizado en la empresa agroindustrial Las Dunas sobre alternativas económicas y sostenibles para el control químico de *Cercospora asparagi* Sacc. y *Stemphylium vesicarium* Wallr en el cultivo del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en Virú, Trujillo, La Libertad.

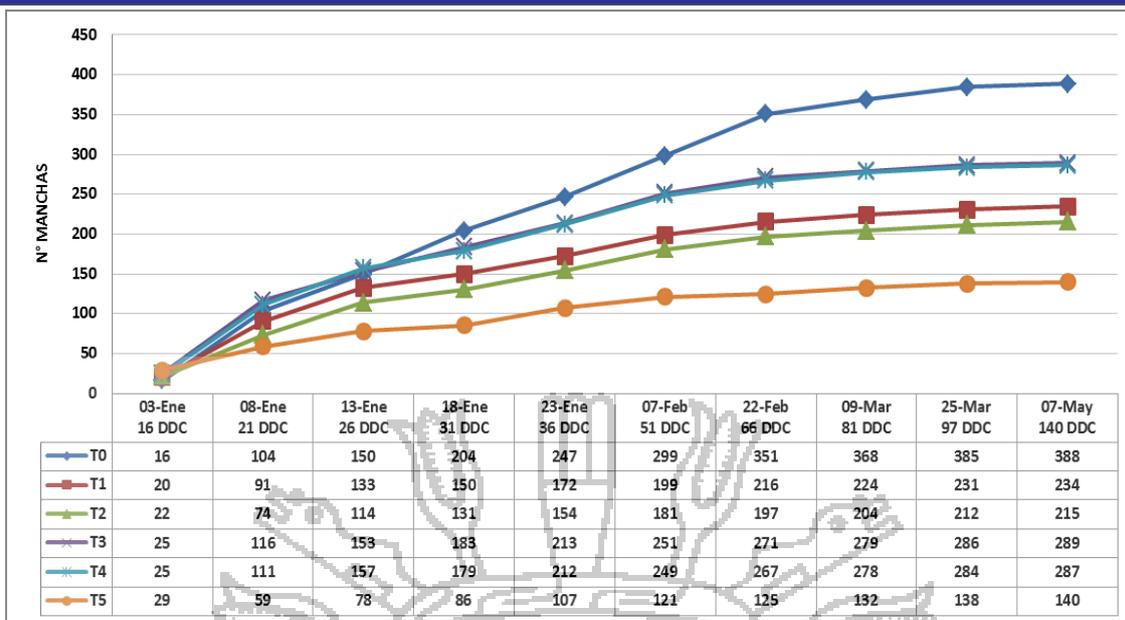
Sobre las lesiones el hongo frecuentemente está generando nuevas estructuras reproductivas que, al diseminarse, van a afectar los filocladios vecinos dando lugar a muchas más lesiones que al final resultan defoliando considerablemente la planta, tal como sucede en campos donde la infección no es controlada a tiempo, igual secuencia en el desarrollo de los síntomas reporta Hausbeck (1993).

#### 4.1.1 EFICIENCIA DE LAS BACTERIAS ANTAGONITAS SOBRE MANCHA FOLIAR (*Stemphylium vesicarium* Wallr)

En la figura 5, se muestra la evolución de la acumulación progresiva de manchas de *Stemphylium vesicarium* en los tratamientos en estudio, se observa que el testigo tiene

un incremento ascendente, desde la primera hasta la última evaluación. A los 15 días de edad del cultivo y 5 días de la primera aplicación se observa que no hay diferencias entre tratamientos, siendo a partir de la segunda evaluación con 21 días de edad del cultivo la diferenciación de tratamientos.

Sobre las lesiones el hongo frecuentemente está generando nuevas estructuras reproductivas que, al diseminarse, van a afectar los filocladios vecinos dando lugar a muchas más lesiones que al final resultan defoliando considerablemente la planta, tal como sucede en campos donde la infección no es controlada a tiempo, igual secuencia en el desarrollo de los síntomas reporta Hausbeck (1993).



**Figura 5.** Acumulación de mancha foliar (*Stemphylium vesicarium*) durante ciento cuarenta días de cultivo.

En la figura 5, los tratamientos con las bacterias antagonistas empleadas en esta investigación presentaron menor intensidad de daño que el testigo y por lo tanto mayor porcentaje de control; este resultado probablemente se deba a la acción antagonista de las bacterias utilizadas, debido a que estas producen sustancias metabólicas como antibióticos que actúan inhibiendo el crecimiento y deformando y/o destruyendo órganos vegetativos del organismo patógeno tal como lo describe Mont (2002). En un ensayo realizado bajo condiciones de laboratorio, por Alvarez (2001) sobre el control biológico de *Stemphylium vesicarium* en espárrago utilizando bacterias antagonistas “in

vitro” determinó que *Pseudomonas putida* strain ENA 12 y *Bacillus cereus* strain ENA 24 inhibieron por antibiosis el desarrollo del hongo causante de la mancha púrpura. Soto (1998) demostró también el efecto biocontrolador de las bacterias *Pseudomonas putida*, *Serratia marcescens* y *Bacillus subtilis* sobre *Rhizoctonia solani* en *Vicia faba* (haba) y determinó que el mejor antagonista “in vitro” y en campo fue *Pseudomonas putida*.

Las especies de *Bacillus* ejercen un efecto antagonista mediante la producción de enzimas líticas, antibióticos y/o metabolitos que pueden generar cambios en la membrana

citoplasmática; otro posible mecanismo es la inhibición de la germinación, por competencia de nutrientes, según lo describe (Droby *et al.*, 1990).

## 4.2 EFECTO DE BACTERIAS ANTAGONISTAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS SOBRE LA ACUMULACION DE MANCHA FOLIAR (*Stemphylium vesicarium*).

Se encontró que tanto productos químicos y las aplicación de bacterias antagonista pueden inhibir la formación de mancha foliar (*Stemphylium vesicarium*) en el cultivo de esparrago (*Asparragus officinalis*) en relación al testigo absoluto y se asume como mejor control a los tratamientos con menor número de manchas. Por tal razón habiéndose evaluado por diez oportunidades sus efectos de estos microorganismos, cuyos resultados se detallan a continuación:

### 4.2.1 Primera evaluación

Del análisis de varianza (tabla 9), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 8.03% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 9.** Análisis de varianza para la primera evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	0.07	3	0.02	0.16	0.9204	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	4.41	5	0.88	6.03	0.0030	2.90	4.56	**
Error	2.19	15	0.15					
Total	6.68	23						

CV=8.03%

En la tabla 10, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , donde se observa que a los 16 días de cultivo y 5 días de la primera aplicación se observa que no hay diferencias entre tratamientos pero si hay diferencia en relación al testigo; esto demuestra que el efecto de

tratamientos se evidencia pasado este periodo de tiempo.

Este primer resultado advierte una diferencia en la acumulación de manchas registrada a los 16 días de edad del cultivo las parcelas del T0 (Testigo) presentan menor cantidad de manchas foliares en relación al resto de tratamientos antes de las aplicaciones.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la primera evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	N° de manchas acumuladas ± D.S.	Datos transformados Y=	Sig. ≤ 0.05
1	T5= Químico	29.00 ± 2.16	5.38	a
2	T3= <i>B. sphaericus</i>	25.25 ± 3.89	5.01	a
3	T4= <i>P. macerans</i>	24.68 ± 5.63	4.94	a
4	T2= <i>B. cereus</i>	22.08 ± 1.35	4.7	a b
5	T1= <i>P. putida</i>	20.43 ± 2.38	4.51	a b
6	T0= Testigo	16.25 ± 3.10	4.02	b

#### 4.2.2 Segunda evaluación

Del análisis de varianza (tabla 11), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 5.34% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que cual nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para la segunda evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	0.79	3	0.26	1.02	0.4108	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	29.26	5	5.85	22.57	<0.0001	2.90	4.56	**

Error	3.89	15	0.26					
Total	33.94	23						

CV=5.34%

En la tabla 12, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , donde se observa que a los 21 días de cultivo después de la primera aplicación, el tratamiento T5 (Químico) presenta la menor cantidad de manchas (59.00  $\pm$  4.90 manchas), lo que la califica hasta este punto de la evaluación como el mejor tratamiento comparado con el testigo (102.53  $\pm$  10.36 manchas). De los tratamientos biológicos, el tratamiento T2 (*B. cereus*) presenta la menor cantidad de manchas (73.53  $\pm$  11.09 manchas) después del tratamiento químico, que de acuerdo con Erwin (1983) los patógenos encuentran una barrera antagónica en estos microorganismos antes y durante infección primaria lo que se manifiesta en una inhibición en el desarrollo del patógeno.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la segunda evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas $\pm$ D.S.	Datos transformados Y=	Sig. $\leq 0.05$
1	T3 = <i>B. sphaericus</i>	116.35 $\pm$ 13.61	10.77	a
2	T4 = <i>P. macerans</i>	111.33 $\pm$ 5.22	10.55	a b
3	T0 = Testigo	102.53 $\pm$ 10.36	10.12	a b
4	T1 = <i>P. putida</i>	90.65 $\pm$ 10.45	9.51	b c
5	T2 = <i>B. cereus</i>	73.53 $\pm$ 11.09	8.56	c d
6	T5 = Químico	59.00 $\pm$ 4.90	7.68	d

#### 4.2.3 Tercera evaluación

Del análisis de varianza (tabla 13), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 4.5% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 13.** Análisis de varianza para la tercera evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	1.11	3	0.37	1.42	0.2752	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	39.35	5	7.87	30.15	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	3.92	15	0.26					
Total	44.38	23						

CV=4.5%

En la tabla 14, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , a los 26 días de cultivo y después de la segunda aplicación, donde el tratamiento T5 (Químico) presenta la menor cantidad de manchas ( $78.75 \pm 4.57$  manchas) en relación al resto de tratamientos. Los tratamientos T1 (*P. putida*) y T2 (*B. cereus*) son estadísticamente similares, dentro los cuales el T2 presenta la menor cantidad de manchas ( $113.85 \pm 12.38$ ) después del tratamiento químico; este resultado corroborado los obtenidos por Bettiol (1992) donde *Bacillus cereus* redujo la infección en *Allium porri* debido a la inhibición completa de la germinación de uredinosporas de *Puccinia allii*.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la tercera evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas $\pm$ D.S.	Datos transformados Y=	Sig. $\leq 0.05$
1	T4 = <i>P. macerans</i>	$158.15 \pm 11.79$	12.57	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	$153.03 \pm 19.31$	12.35	a
3	T0 = Testigo	$148.53 \pm 13.81$	12.18	a
4	T1 = <i>P. putida</i>	$133.58 \pm 8.69$	11.55	a b
5	T2 = <i>B. cereus</i>	$113.85 \pm 12.38$	10.66	b
6	T5 = Químico	$78.75 \pm 4.57$	8.87	c

#### 4.2.4 Cuarta evaluación.

Del análisis de varianza (tabla 15), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes

resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 4.44% para datos transformados ( $Y=\sqrt{x}$ ) lo que cual nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 15.** Análisis de varianza para la cuarta evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2.35	3	0.78	2.59	0.0912	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	66.66	5	13.33	44.04	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	4.54	15	0.30					
Total	73.55	23						

CV=4.44%

En la Tabla 16, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , a los 31 días de cultivo y después del a tercera aplicación, se encontró que el tratamiento T5 (Químico) presenta la menor cantidad de manchas ( $86.25 \pm 2.63$  manchas) en relación al resto de tratamientos considerándose hasta este punto como el mejor tratamiento. De los tratamientos biológicos el tratamiento T2 (*B. cereus*) presenta la menor cantidad de manchas acumuladas ( $130.93 \pm 13.53$ ), después del tratamiento químico, lo cual corrobora lo demostrado por Bettiol (1992) donde logra inhibir la germinación de las uredinosporas de *H. vastatrix* por *B. cereus*, teniendo como resultado un número menor de lesiones en las hojas del cafetalero.

Los tratamientos T2 (*B. cereus*) y T1 (*P. putida*) demostraron para esta evaluación ser estadísticamente iguales y así mismo estadísticamente diferentes al tratamiento T0 (Testigo) lo cual corrobora lo obtenido Delgado (2010) al inhibir la infección de *Stemphylium vesicarium* el cultivo de espárrago.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la cuarta evaluación de acumulación de manchas.

$\bar{x}$

$\sqrt{x}$

Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas ± D.S.	Datos transformados Y=	Sig. ≤ 0.05
1	T0 = Testigo	204.73 ± 33.08	14.27	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	184.75 ± 13.41	13.59	a
3	T4 = <i>P. macerans</i>	181.03 ± 12.84	13.45	a b
4	T1 = <i>P. putida</i>	150.88 ± 9.62	12.28	b c
5	T2 = <i>B. cereus</i>	130.93 ± 13.53	11.43	c
6	T5 = Químico	86.25 ± 2.63	9.29	d

#### 4.2.5 Quinta evaluación

Del análisis de varianza (tabla 17), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 4.28% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 17.** Análisis de varianza para la quinta evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2.07	3	0.69	2.07	0.1474	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	73.31	5	14.66	44.04	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	4.99	15	0.33					
Total	80.37	23						

CV=4.28%

En tabla 18, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , a los 36 día de cultivo y después de la cuarta aplicación, donde el tratamiento T5 (Químico) presenta la menor cantidad de manchas acumuladas en relación al resto de tratamientos y con mayor cantidad de manchas acumuladas está el tratamiento T0 (Testigo) esto corrobora lo señalado por Apaza (2005) donde indica que el uso y rotación de fungicidas químicos es en gran medida la alternativa en el control de mancha foliara (*Stemphylium vesicarium*).

Los tratamientos T1 (*P. putida*) y T2 (*B. cereus*) son estadísticamente similares, con la

menor cantidad de manchas acumuladas ( $173.33 \pm 9.60$  y  $155.13 \pm 15.59$  manchas respectivamente), diferentes al tratamiento T0 (testigo), lo cual nos indica que las bacterias tienen un potencial de inhibición de formación de manchas de *S. vesicarium* de acuerdo con Bettioli (1992) los microorganismos en la faja plana son capaces de interferir con las especies patógenas y otros en el proceso de infección de las enfermedades en las plantas.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la quinta evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas $\pm$ D.S.	Datos transformados $Y = \sqrt{x}$	Sig. $\leq 0.05$
1	T0 = Testigo	$247.08 \pm 37.99$	15.68	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	$214.75 \pm 11.37$	14.65	a
3	T4 = <i>P. macerans</i>	$214.08 \pm 7.52$	14.63	a
4	T1 = <i>P. putida</i>	$173.33 \pm 9.60$	13.16	b
5	T2 = <i>B. cereus</i>	$155.13 \pm 15.59$	12.44	b
6	T5 = Químico	$107.93 \pm 9.18$	10.38	c

#### 4.2.6 Sexta evaluación

Del análisis de varianza (tabla 19), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 3.45% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 19.** Análisis de varianza para la sexta evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	1.09	3	0.36	1.42	0.2758	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	98.45	5	19.69	76.78	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	3.85	15	0.26					
Total	103.39	23						

CV=3.45%

En la tabla 20, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , a los 51 días de cultivo y luego de las cinco aplicaciones, donde se ve que el tratamiento T5 (Químico) presenta la menor cantidad de manchas acumuladas ( $121.58 \pm 11.40$ ) en relación al resto de tratamientos.

Los tratamientos T3 (*B. phaericus*) y T4 (*P. macerans*) estadísticamente son iguales aunque son superiores al tratamiento T0 (Testigo). Los tratamientos T1 (*P. putida*) y T2 (*B. cereus*) para esta evaluación son estadísticamente diferentes, siendo este último tratamiento con la menor cantidad de manchas acumuladas ( $181.63 \pm 15.04$ ) después del tratamiento químico.

Una alternativa cercana se considera al tratamiento T2 (*B. cereus*) por presentar un control muy cerca que el tratamiento químico, previniendo el mayor desarrollo de mancha foliar, y según estudios realizados por Bettiol, (1992) demostró la efectividad de *B. cereus* en el control de *Uromyces phaseoli* en fréjol.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la sexta evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas $\pm$ D.S.	Datos transformados Y=	Sig. $\leq 0.05$
1	T0 = Testigo	$299.40 \pm 30.25$	17.29	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	$253.40 \pm 4.78$	15.92	b
3	T4 = <i>P. macerans</i>	$251.73 \pm 9.78$	15.86	b
4	T1 = <i>P. putida</i>	$214.40 \pm 12.49$	14.64	c
5	T2 = <i>B. cereus</i>	$181.63 \pm 15.04$	13.47	d
6	T5 = Químico	$121.58 \pm 11.40$	11.02	e

#### 4.2.7 Séptima evaluación

Del análisis de varianza (tabla 21), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 4.62% para datos transformados ( $Y=\sqrt{x}$ ) lo que indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 21.** Análisis de varianza para la séptima evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2.52	3	0.84	1.66	0.2175	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	131.76	5	26.35	52.20	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	7.57	15	0.50					
Total	141.85	23						

CV=4.62%

En la tabla 22, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , a los 66 días de cultivo luego de las cinco aplicaciones, al tratamiento T5 (Químico) con la menor cantidad de manchas acumuladas ( $125.25 \pm 9.64$  manchas) en relación al resto de tratamientos. Estos resultados corroboran lo indicado por Apaza (2005) sobre la alta residualidad de los productos químicos, teniendo un efecto más prolongado.

A nivel de tratamientos biológicos, los tratamientos T1 (*P. putida*) y T2 (*B. cereus*) son estadísticamente similares, siendo esta última con el menor número de manchas acumuladas ( $198.38 \pm 16.94$  manchas) después del tratamiento químico, que de acuerdo con Cook, (1985) en varios cultivos se ha demostrado estar presentes en la filoplana de plantas, principalmente *B. cereus* inhibiendo la germinación de esporas y también el crecimiento micelial.

**Tabla 22.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la séptima evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas ± D.S.	Datos transformados $Y = \sqrt{x}$	Sig. $\leq 0.05$
1	T0 = Testigo	351.83 ± 56.99	18.71	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	274.25 ± 10.56	16.56	b
3	T4 = <i>P. macerans</i>	270.40 ± 12.88	16.44	b
4	T1 = <i>P. putida</i>	231.95 ± 17.35	15.22	b c
5	T2 = <i>B. cereus</i>	198.38 ± 16.94	14.07	c
6	T5 = Químico	125.25 ± 9.64	11.19	d

#### 4.2.8 Octava evaluación

Del análisis de varianza (tabla 23), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 4.61% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que cual nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 23.** Análisis de varianza para la octava evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	3.04	3	1.01	1.94	0.1670	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	134.87	5	26.97	51.63	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	7.84	15	0.52					
Total	145.75	23						

CV=4.61%

En la tabla 24, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , a los 81 días de cultivo y luego de las cinco aplicaciones, que el tratamiento T5 (Químico) presenta el menor número de manchas acumuladas (132.93±9.36 manchas) en relación al resto de tratamientos. Entre los tratamientos biológicos (Tabla 24), el tratamiento T1 (*P. putida*), T2 (*B. cereus*) son los que presentan las menores cantidades de manchas acumuladas

(240.30±16.89 y 205.93±16.22 manchas respectivamente) después del tratamiento químico, esto demuestra lo expresado por Soto (1998) donde demuestra la actividad biocontroladora de *Pseudomonas putida* y que está basada principalmente en la excreción al medio de cultivo, de compuestos de acción inhibitoria tales como sideróforos, ácido cianhídrico (CNH) y/o antibióticos, exoenzimas y sustancias líticas.

**Tabla 24.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la octava evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	N° de manchas acumuladas $\bar{X} \pm D.S.$	Datos transformados $Y = \sqrt{x}$	Sig. $\leq 0.05$
1	T0 = Testigo	369.48 ± 62.42	19.17	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	282.25 ± 10.44	16.8	b
3	T4 = <i>P. macerans</i>	281.18 ± 15.31	16.76	b
4	T1 = <i>P. putida</i>	240.30 ± 16.89	15.49	b c
5	T2 = <i>B. cereus</i>	205.93 ± 16.22	14.34	c
6	T5 = Químico	132.93 ± 9.36	11.52	d

#### 4.2.9 Novena evaluación

Del análisis de varianza (tabla 25), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 4.45% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 25.** Análisis de varianza para la novena evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2.73	3	0.91	1.81	0.1878	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	136.91	5	27.38	54.65	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	7.52	15	0.50					
Total	147.15	23						

CV=4.45%

La tabla 26, se muestra la comparación de medias  $P \leq 0.05$ , a los 97 días de cultivo y luego de las cinco aplicaciones, que el tratamiento T5 (Químico) presenta la menor

cantidad de manchas acumuladas ( $138.25 \pm 9.25$  manchas) en relación al resto de tratamientos. Entre los tratamientos biológicos T1 (*P. putida*) y T2 (*B. cereus*) estadísticamente son similares, presentando menor cantidad de manchas acumuladas ( $247.08 \pm 15.89$  y  $213.38 \pm 17.15$  manchas respectivamente) después del tratamiento químico; estos efectos logrados se deben posiblemente a que las especies de *Bacillus* ejercen un efecto antagónico mediante la producción de enzimas líticas, antibióticos y/o metabolitos que pueden generar cambios en la membrana citoplasmática; otro posible mecanismo es la inhibición de la germinación, por competencia de nutrientes, según lo describe Droby, (1990).

**Tabla 26.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la novena evaluación de acumulación de manchas.

Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas $\bar{X} \pm D.S.$	Datos transformados Y=	Sig. $\leq 0.05$
1	T0 = Testigo	$382.18 \pm 60.73$	19.5	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	$289.50 \pm 11.10$	17.01	b
3	T4 = <i>P. macerans</i>	$286.95 \pm 16.12$	16.93	b
4	T1 = <i>P. putida</i>	$247.08 \pm 15.89$	15.71	b c
5	T2 = <i>B. cereus</i>	$213.38 \pm 17.15$	14.6	c
6	T5 = Químico	$138.25 \pm 9.25$	11.75	d

#### 4.2.10 Decima evaluación

Del análisis de varianza (tabla 27), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que la acumulación de manchas entre bloques es homogénea, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 4.39% para datos transformados ( $Y = \sqrt{x}$ ) lo que nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez

(1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 27.** Análisis de varianza para la décima evaluación de la acumulación de manchas.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	2.81	3	0.94	1.89	0.1745	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	137.87	5	27.57	55.65	<0.0001	2.90	4.56	**
Error	7.43	15	0.50					
Total	148.11	23						

CV=4.39%

La tabla 25, se observa la comparación de medias  $P \leq 0.05$  a los 140 días de cultivo, que el tratamiento T5 (Químico) presenta la menor cantidad de manchas acumuladas con diferencia significativa al resto de tratamientos, este resultado pone al Tratamiento químico con el mejor control al inhibir la acumulación de manchas.

Entre los tratamientos biológicos (Tabla 28), de esta última evaluación a los 140 días de edad del cultivo y 109 días de terminado las aplicaciones muestran los tratamientos T1 (*P. putida*) y T2 (*B. cereus*) son estadísticamente similares, con una acumulación total de  $250.85 \pm 15.42$  y  $217.03 \pm 17.17$  manchas respectivamente, este último tratamiento representaría como el mejor tratamiento entre el resto de productos biológicos, después del tratamiento T5 (Químico).

Los resultados son corroborados por Según Baker (1990), Cook, (1989), Hemming, (1990), Mont, (2005) y Weller, (1988), quienes indican, que el uso de bacterias antagonicas tales como *P. putida* y *B. cereus* proveen una línea frontal de defensa contra el ataque de patógenos, ya que los patógenos encuentran una barrera antagonica en estos microorganismos antes y durante la infección primaria y también durante la diseminación secundaria del patógeno en la raíz o el follaje. Muchos de estos microorganismos promueven el desarrollo de la planta mediante estímulos químicos, además de suprimir el ataque.

**Tabla 28.** Prueba de Tukey para tratamientos en estudio, a la décima evaluación de acumulación de manchas.

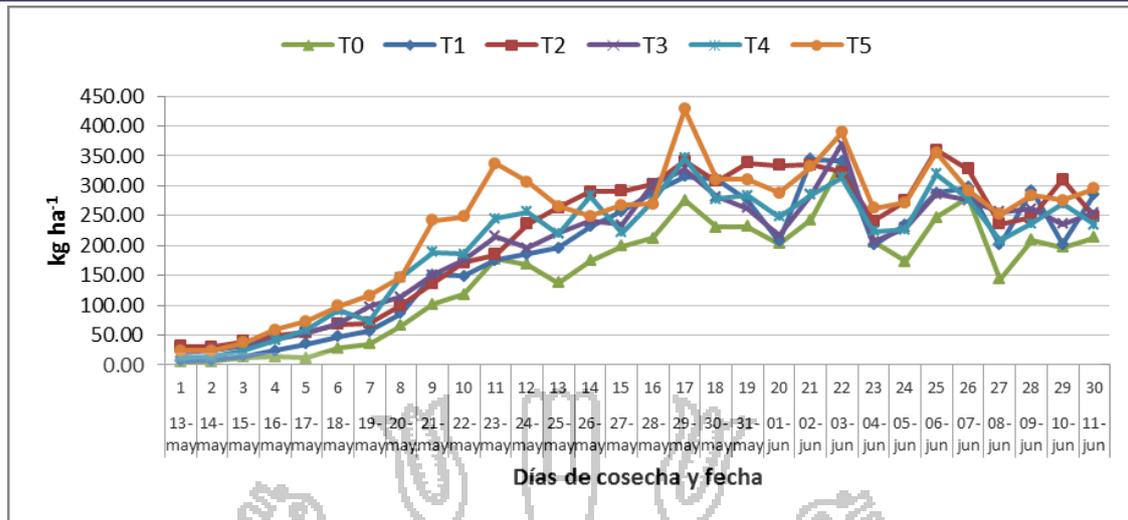
Orden de mérito	Tratamientos	Nº de manchas acumuladas $\bar{X} \pm D.S.$	Datos transformados Y=	Sig. $\leq 0.05$
1	T0 = Testigo	388.15 $\pm$ 62.01	19.66	a
2	T3 = <i>B. sphaericus</i>	292.35 $\pm$ 10.90	17.1	b
3	T4 = <i>P. macerans</i>	289.85 $\pm$ 14.78	17.02	b
4	T1 = <i>P. putida</i>	250.85 $\pm$ 15.42	15.83	b c
5	T2 = <i>B. cereus</i>	217.03 $\pm$ 17.17	14.72	c
6	T5 = Químico	140.58 $\pm$ 8.91	11.85	d

Durante la evaluaciones realizadas en diez oportunidades durante la evaluación del experimento, se ha obtenidos diferencias entre los tratamientos sobre la cantidad de mancha foliar, estas diferencias se debe a que los tratamientos con las bacterias antagonistas empleadas en esta investigación presentaron menor intensidad de daño que el testigo; este resultado probablemente se deba a la acción antagónica de las bacterias utilizadas debido a que estas producen sustancias metabólicas como antibióticos que actúan inhibiendo el crecimiento y deformando y/o destruyendo órganos del organismo patógeno tal como lo describe Mont (2002). De igual forma en un ensayo realizado bajo condiciones de laboratorio, por Alvarez (2001) sobre el control biológico de *Stemphylium vesicarium* en espárrago utilizando bacterias antagonistas “*in vitro*” determinó que *Pseudomonas putida* strain ENA 12 y *Bacillus cereus* strain ENA 24 inhibieron por antibiosis el desarrollo del hongo causante de la mancha púrpura, lo cual demuestra su efecto sobre el hongo causante de la enfermedad. Además Soto (1998), también demostró el efecto biocontrolador de las bacterias *Pseudomonas putida*, *Serratia marcescens* y *Bacillus subtilis* sobre *Rhizoctonia solani* en *Vicia faba* (haba) y determinó que el mejor antagonista “*in vitro*” y en campo fue *Pseudomonas putida*; por lo tanto, estas investigaciones demuestran que al aplicar las bacterias antagonistas tienen un efecto positivo sobre la inhibición en el desarrollo del hongo causante de la enfermedad.

La actividad biocontroladora de *Pseudomonas putida* expresada Soto (1998), está basada principalmente en la excreción al medio de cultivo, de compuestos de acción inhibitoria tales como sideróforos , ácido cianhídrico (CNH) y/o antibióticos, exoenzimas y sustancias líticas. Las especies de *Bacillus* ejercen un efecto antagonico mediante la producción de enzimas líticas, antibióticos y/o metabolitos que pueden generar cambios en la membrana citoplasmática; otro posible mecanismo es la inhibición de la germinación, por competencia de nutrientes, según lo describe Droby *et al.* (1990).

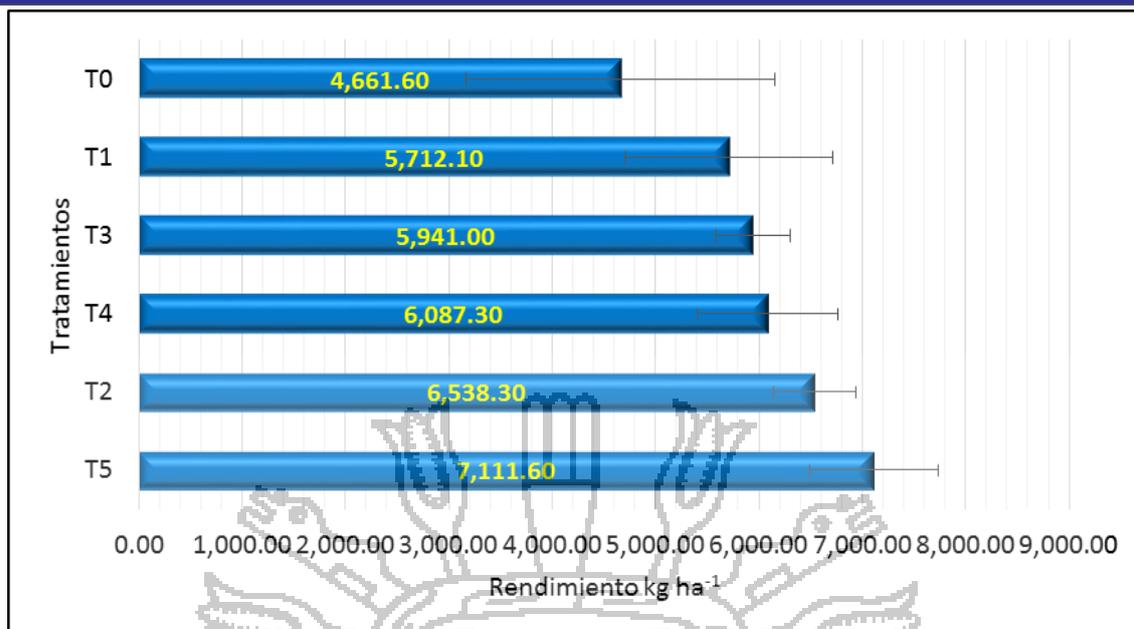
#### **4.3 EFECTO DE BACTERIAS ANTAGONISTAS Y PRODUCTOS QUIMICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE ESPARRAGO VERDE.**

Al realizar la gráfica sobre la evolución del rendimiento diario en los tratamientos en estudio (figura 6) se observó que los tratamientos presentan un crecimiento ascendente, donde se puede diferenciar tres tendencias bien marcadas, donde el tratamiento T5 (Químico) presenta los valores más alto de rendimiento diario. Una tendencia intermedia los tratamientos biológicos T1 (*P. putida*), T2 (*B. cereus*), T3 (*B. phaericus*) y T4 (*P. macerans*) con mínimas diferencia entre ellos. El tratamiento T0 (Testigo) presenta los valores más bajos en rendimiento diario en relación al resto de tratamientos, esto se debe posiblemente a la baja translocación de fotosintatos hacia la corona debido a los síntomas en el follaje y en consecuencia hay una escasa emergencia de turiones y/o turiones delgados y pequeños. El testigo presenta menor rendimiento en los días de cosecha, el cual es repaldado por Elmer *et al.* (1996), quienes afirman que los daños producidos por *Stemphylium vesicarium* reducen el potencial fotosintético de la planta y la consecuente translocación de reservas a la corona y raíces en el espárrago.



**Figura 6.** Evolución del rendimiento diario de la cosecha de espárrago verde en kg ha<sup>-1</sup>.

Al realizar la comparación de los rendimiento total (Fig. 7) al finalizar la cosecha, los resultados obtenidos nos demuestra que el tratamiento T5 (Químico) obtiene el rendimiento más alto con 7.1 tn ha<sup>-1</sup>, en segundo lugar el tratamiento T2 (*B. cereus*) con 6.5 tn ha<sup>-1</sup>, en tercer lugar el tratamiento T4 (*P. macerans*) con 5.9 t ha<sup>-1</sup>, en cuarto puesto el tratamiento T3 (*B. phaericus*), en quinto puesto el tratamiento T1 (*P. putida*) con 5.7 tn ha<sup>-1</sup> y el tratamiento T0 (Testigo) con el menor rendimiento de 4.6 tn ha<sup>-1</sup> se ubica el el último lugar. Estos resultados nos demuestra que un manejo fitosanitario a nivel de enfermedades influye sobre el rendimiento de esparrago verde, estos resultados demuestran las bacterias ejercen un efecto favorable sobre el rendimiento; el cual fue comprobado por Soto (1998) en *Vicia faba* (haba), en dónde el tratamiento con esta bacteria registró el mayor número de frutos por planta (152.33) y por ende el mayor rendimiento, además de obtener mayor número de tallos por planta y mayor altura de planta.



**Figura 7.** Efecto de bacterias antagonistas y productos químicos en el rendimiento total de espárrago verde.

Del análisis de varianza (tabla 29), se observa que los bloques no existe diferencia estadística significativa, lo cual indica que el rendimiento entre bloques es de forma similar, es decir es homogéneo, para los tratamientos en estudio existen diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que al menos uno o todos los tratamientos tienen diferentes resultados. Por otro lado el coeficiente de variación es igual a 14.16% lo que cual nos indica la confiabilidad de los datos, que Vásquez (1990) manifiesta que para experimentos en campo el coeficiente debe ser menor al 20%.

**Tabla 29.** Análisis de varianza para los rendimientos en kg ha<sup>-1</sup>.

F.V.	SC	GL	CM	Fc	p-valor	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Bloques	9161916.55	3	3053972.18	11.82	0.0003	3.29	5.42	n.s.
Tratamientos	13640849.42	5	2728169.88	10.56	0.0002	2.90	4.56	**
Error	3874427.34	15	258295.16					
Total	26677193.32	23						

CV=14.16%       $\bar{x}$  6,278.05 kg ha<sup>-1</sup>

Según el análisis de varianza, se encontraron diferencias de rendimiento significativas como respuesta a seis tratamientos para el control mancha foliar (*Stemphylium*

*vesicarium*). La prueba de significación de Tukey,  $P \leq 0.05$  (Tabla 30), se encontró que no hay significación estadística entre los tratamientos Químico ( $7111.6 \text{ kg ha}^{-1}$ ), el tratamiento *B. cereus* ( $6538.3 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y el tratamiento con *P. macerans* ( $6087.3 \text{ kg ha}^{-1}$ ). El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento Químico (Tabla 30).

**Tabla 30.** Prueba de Tukey para la respuesta del rendimiento (Promedio) de espárrago verde según tratamiento.

Orden de merito	Tratamientos	Rdto kg ha <sup>-1</sup>	Sig. $\leq 0.05$
1	T5 = Químico	7111.60 ± 1490.00	a
2	T2 = <i>B. cereus</i>	6538.30 ± 678.79	a b
3	T4 = <i>B. cereus</i>	6087.33 ± 996.89	a b
4	T3 = <i>B. sphaericus</i>	5941.00 ± 359.31	b
5	T1 = <i>P. putida</i>	5712.10 ± 398.44	b c
6	T0 = Testigo	4661.63 ± 618.83	c

De los resultados expuestos en la tabla 30, el mayor rendimiento se obtiene con el tratamiento Químico ( $7111.60 \pm 1490.00 \text{ kg ha}^{-1}$ ). A nivel de las bacterias antagonistas se ha obtenido un rendimiento de ( $6538.30 \pm 678.79 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con el tratamiento con *Bacillus cereus* strain ENA 24 (T2), lo cual demuestra que esta bacteria ejerce un efecto favorable sobre el rendimiento; este resultado es respaldado por Soto (1998) en *Vicia faba* (haba), quien tuvo el mismo efecto con la misma bacteria, registrando el mayor número de frutos por planta (152.33) y mayor rendimiento, además de obtener mayor número de tallos por planta y mayor altura de planta. El indicado autor, menciona que este efecto dado por *Bacillus cereus* podría deberse a la producción de metabolitos tales como hormonas (auxinas y giberelinas), los cuales ejercen un efecto promotor en el crecimiento vegetal. El menor rendimiento ( $4661.63 \pm 618.83 \text{ kg ha}^{-1}$ ) alcanzado en el tratamiento testigo, se debe posiblemente a la baja translocación de fotosintatos hacia la corona debido a los síntomas en el follaje y en consecuencia hay una escasa emergencia de turiones y/o turiones delgados y pequeños. Elmer et al. (1996) refieren que los daños producidos por *Stemphylium vesicarium* reducen el potencial fotosintético de la planta y la consecuente translocación de reservas a la corona y raíces en el espárrago.

#### 4.4 ANALISIS DE COSTO BENEFICIO

En la tabla 31, se detalla los costos de producción, en donde se observa un incremento a nivel de los agroquímicos, específicamente en el tratamiento biológico de \$ 142. 74 dólares por hectárea (29.7%) en relación al tratamiento Químico; esto debido al costo de aplicación de los productos biológicos (tabla 31), donde la alta dosis por hectárea incrementa el costo por aplicación (\$ 38.93 dólares por hectárea) en relación a los fungicidas químicos (desde \$ 9.44 a 11.54 dólares por hectárea).

Tabla 31. Costo de producción por Hectárea y por tratamiento

ITEM	TESTIGO	QUIMICO	BIOLOGICO
<b>Fertilización</b>	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00	\$ 1,210.00
<b>Agroquímicos</b>	\$ <b>429.38</b>	\$ <b>481.30</b>	\$ <b>624.04</b>
<b>Agua</b>	\$ 220.20	\$ 220.20	\$ 220.20
<b>Mano de Obra</b>	\$ 850.70	\$ 850.70	\$ 850.70
<b>Maquinaria</b>	\$ 203.70	\$ 203.70	\$ 203.70
<b>Cosecha</b>	\$ 1,060.14	\$ 1,060.14	\$ 1,060.14
<b>Indirectos</b>	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
<b>Total / Ha</b>	\$ <b>5,974.12</b>	\$ <b>6,026.04</b>	\$ <b>6,168.78</b>

De la tabla 32, encontramos el costo de aplicación de los productos biológicos presentan un mayor valor debido a la alta dosis ( $17.5 \text{ l/ha}^{-1}$ ) que calculado con el valor del producto por litro (\$ 2.01) representa un costo de \$35.12 dólares por hectárea, en relación a los productos químicos que presentan un costo menor.

Por otro lado, se obtuvo un costo de producción en los tratamientos biológicos de \$ 6168.78 dólares por hectárea 2.4% más que el tratamiento con fungicidas, que presento un costo de producción de \$ 6026.04 dólares por hectárea.

Del costo por kilo encontramos que a nivel de los tratamientos biológicos el T2 (B.

cereus) presenta el menor costo (\$0.943 dólares por kilo), por encima del objetivo de la empresa (\$0.876 dolares por kilo), sin embargo, el tratamiento químico logra obtener un costo menor al objetivo (\$0.847 dólares por Kilo), sin embargo ADEXDATATRADE (2014) informa que el costo de producción por kilo promedio es de \$0.803 dólares el Kilo de espárrago verde.

Tabla 32. Costo de aplicación, Costo de Producción y Costo Kilo

TRAT.	PRODUCTO	UND	DOSIS/ha	P.U. (\$)	COSTO/HA /PRODUCTO (\$)	COSTO/APLIC. HA (\$)	N° APLIC.	COSTO/APLIC. /HA (\$)	COSTO/TRAT. T.(\$)	RENDIMIENTO (kg/ha)	COSTO DE PRODUCCION (\$)	COSTO/KILO (\$)
T0	Testigo	-	-	-	-	-	-	-	\$ -	4661.63	\$ 5,974.12	\$ 1.282
T1	<i>Pseudomonas putida</i>	LT	17.50	2.01	35.12	\$ 38.93	5.0	\$ 194.66	\$ 194.66	5,712.08	\$ 6,168.78	\$ 1.080
	Golden Natural Oil	LT	1.75	2.18	3.82							
T2	<i>Bacillus Cereus</i>	LT	17.50	2.01	35.12	\$ 38.93	5.0	\$ 194.66	\$ 194.66	6,538.29	\$ 6,168.78	\$ 0.943
	Golden Natural Oil	LT	1.75	2.18	3.82							
T3	<i>Bacillus sphaericus</i>	LT	17.50	2.01	35.12	\$ 38.93	5.0	\$ 194.66	\$ 194.66	5,941.00	\$ 6,168.78	\$ 1.038
	Golden Natural Oil	LT	1.75	2.18	3.82							
T4	<i>Paenibacillus macerans</i>	LT	17.50	2.01	35.12	\$ 38.93	5.0	\$ 194.66	\$ 194.66	6,087.32	\$ 6,168.78	\$ 1.013
	Golden Natural Oil	LT	1.75	2.18	3.82							
T5	DITHANE FMB	LT	1.50	5.40	8.10	\$ 51.92	2.0	\$ 18.88	\$ 103.84	7,111.58	\$ 6,026.04	\$ 0.847
	ADERAL	LT	0.40	2.50	1.00							
	ACIDO FOSFORICO	KG	0.32	1.05	0.34							
	ANTRACOL 70% PM	KG	1.50	6.50	9.75							
	ADERAL	LT	0.40	2.50	1.00							
	ACIDO FOSFORICO	KG	0.32	1.05	0.34							
	POLYRAM DF	KG	1.50	6.80	10.20							
	ADERAL	LT	0.40	2.50	1.00							
	ACIDO FOSFORICO	KG	0.32	1.05	0.34							
	DACONIL 720 SC	LT	0.80	11.35	9.08							
ADERAL	LT	0.40	2.50	1.00								
ACIDO FOSFORICO	KG	0.32	1.05	0.34								

## CAPITULO VI CONCLUSIONES

- 6.1. Los porcentajes de control obtenidos demostraron que la rotación de fungicidas químicos (Mancozeb, Propineb, Polyram y Chlorotalonil), que es el tratamiento (T5), presentan el mayor control de daño o infección de “mancha foliar” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) ( $63 \pm 6.27\%$ ). A nivel de las bacterias antagonistas el mayor control de daño se obtiene con la bacteria ENA 24 (*Bacillus cereus*) ( $44 \pm 5.32\%$ ).
- 6.2. Los niveles de acumulación de “macha foliar” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) fueron menores en el tratamiento T5 (Mancozeb, Propineb, Metiram y Chlorothalonil) que obtuvo al final de la campaña un total de  $140.58 \pm 8.91$  manchas. A nivel de bacterias antagonistas el tratamiento con la bacteria ENA 24 (*Bacillus cereus*) obtuvo un total al final de la campana de  $217.03 \pm 17.17$  manchas, en comparación con el testigo sin aplicación (T0) que presento un total  $388.15 \pm 62.01$  manchas.
- 6.3 En rendimiento, se encontró que el tratamiento químico T5 (Mancozeb, Propineb, Metiram y Chlorothalonil) obtuvo el mayor rendimiento ( $7111.60 \pm 1490.00 \text{ kg ha}^{-1}$ ); a nivel de bacterias antagonistas, el tratamiento con la bacteria ENA 24 (*Bacillus cereus*) obtiene mayor rendimiento ( $6538.30 \pm 678.79 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Ambos tratamientos (T5 y T2) superaron significativamente al tratamiento testigo (T0) sin aplicación, que obtuvo el rendimiento más bajo ( $4661.63 \pm 618.83 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

## CAPITULO VII RECOMENDACIONES

- 7.1 Por el porcentaje de control de las bacterias antagonistas, se recomienda el uso de *Paenibacillus macerans* y *Pseudomonas putida* debido a que son productos biológicos que no tienen efecto negativo sobre medio ambiente y además dan como resultado un buen rendimiento en el cultivo de esparrago.
- 7.2 Continuar con las investigaciones para el control biológico la “mancha foliar” (*Stemphylium vesicarium* Wallr.) en zonas donde se presenten las condiciones más propicias para el desarrollo de esta enfermedad.
- 7.3. Realizar ensayos con aplicaciones de bacterias antagonistas con rotación con productos químicos para reducir uso excesivo de estos fungicidas.
- 7.4 Realizar un análisis de contaminación ambiental del suelo, de residuos tóxicos en cosecha.



## CAPITULO VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, R. y FAJARDO, L. 1988. Presencia de la mancha púrpura causada por *Stemphylium vesicarium* (WALLR) Simmons en viveros y cultivos del Espárrago. *Simiente* 58 (3-4): 160-162pp.
- ADEXDATATRADE 2015. Sistema de información en línea de ADEX, con acceso vía suscripción. (<http://www.adexdatatrade.com>)
- ANDREWS, J.H., BERBEE, F.M. & NORDHEIN, E.U. 1983. Microbial antagonism to the imperfect stage of the apple scab pathogen, *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, St. Paul, 73: 228-234.
- ALVAREZ, F. 2001. Ensayo sobre el Control Biológico de *Stemphylium vesicarium* Wallr. y *Alternaria* sp. en Espárrago (*Asparagus officinalis* L.) mediante Bacterias Antagonistas. Tesis - UPAO. Trujillo, Perú. 95 pg.
- APAZA, T. W. 2005. La Mancha Púrpura causada por *Stemphyllium vesicarium* en espárrago. Arenagro cultivando el desierto. Revista institucional del APTH Edición N° 1. p 10-15.
- BAKER, C.J., STAVELY, J.R. & MOCK. N. 1985. Biocontrol of vean rust by *Bacillus subtilis* under field conditions. *Plant Disease*. St. Paul, 69: 770-772.
- BAKER, C.J., STAVELY, J.R., THOMAS, C.A., SASSER, M. & MACFALL, J.S. 1983. Inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Uromyces phaseoli* and o development of rust pustules on bean leaves. *Phytopathology*, St. Paul, 73: 1148-1152.
- BAKER, K.F. & COOR, R.J. 1974. Biological control of plant pathogens. San Francisco: W. H. Freeman, 433 p.
- BAKER, K.F. & SNYDER, W.C. 1965. Ecology of soil-borne plant pathogens. Berkeley: University of California Press. 571 p.
- BASTOS, C.N. 1979. Hiperparasitismo do Fungo *Dactylium* sp. A *Crinipellis* perniciosa (Stahel) Singer em “vassoura-de-bruxa” do cacauero. *Revista Theobroma*. Itabuna, v.9, p. 197-200.
- BENAJES, E. 1990. El Espárrago. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 224pp.
- BENSON, S.S. 1998. II Jornada del espárrago. Dpto. de Agricultura, Ganaderia y

- Montes del gobierno de Navarra – España. 275 p.
- BETTIOL, W. 1988. Seleção de microorganismos antagônicos a *Pyricularia oryzae*. CAV. Para controle da brusone do arroz (*Oryza sativa* L.). Tese-Doutoramento. Enracicaba: ESALQ/USP, 140 p.
  - BETTIOL, W., GALVÃO, JA.H., GHINI, R. e MENDES, M.D.L. 1989. Efeito de *Bacillus subtilis* sobre a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Summa Phytopatológica, Jaguariúna, 15(1): 43-47.
  - BETTIOL, W. 1992. Controle biológico de doenças do filoplana. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura. Jaguariúna. SP. 33-52 pp.
  - BLAKEMAN, J.P. 1972. Effect of planta ge on inhibition of *Botrytis cinerea* spores by bacteria on beetroot leaves. Physiological Plant Pathology. London, 2: 143-152.
  - BLAKEMAN, J.P. & FOKKEMA, N.J. 1982. Potential for biological control of plant disease on the phylloplane. Annual Review of Phytopathology. Palo Alto 20: 167-192.
  - BRODIE, I.D.S. & BLAKEMAN, J.P. 1976. Competition for egogenous substrates *in vitro* by leaf surface micro-organisms and germination of conidia of *Botrytis cinerea*. Physiological Plant Pathology, London, 9: 227-239.
  - BURRAGE, S.W. 1971. The micro-climate at the leaf surface. In: PREECE, T.F. & DICKINSON, C.N.. Ecology of leaf surface micro-organisms. London: Academic Press, 91-101 p.
  - CAMPBELL, R. 1985. Plant Microbiology. London: E. Arnold, 13 pg.
  - COOK, R.J. 1985. Biological control of plant pathogens: theory to application. Phytopathology, St. Paul, 75(1): 25-29.
  - CUTLER H.G., SEVERSON R.F., COLE P.D., JACKSON D.M. & JOHNSON A.W. 1986. Secondary metabolites from higher plants, their possible role as biological control agents. In Green, MB & Hedin PA (eds): Natural Resistance of Plants to Psts, Roles of Allelochemicals, Washington DC: Am Chem Soc Symp 178 p.
  - DELGADO DE LA FLOR, F. MONTABAN, R. y HURTADO, F. 1987. Manual

- del cultivo de espárrago. Lima – Perú. 134 p.
- DELGADO DE LA FLOR, F. MONTABAN, R. y HURTADO, F. 1993. Manual del cultivo de espárrago. Lima – Perú. 134 p.
  - DELGADO J., M.A. 1998. Seminario Taller: Producción y Procesamiento de Espárrago. Trujillo, Perú. 8 pg.
  - DELGADO J., M.A. 2001. Ensayo sobre Alternativas Económicas y Sostenibles para el Control Químico de *Cercospora asparagi* Sacc. Y *Stemphylium vesicarium* Wallr. (Estado teleomórfico *Pleospora herbarum*-Per.Fer.-Rabenh) en el Cultivo del Espárrago (*Asparagus officinalis* L.). Virú, Trujillo, La Libertad. 49 pg.
  - DELGADO, J.M.A. 2003. Patosistema de espárrago. Curso de Profesionalización EPIA, FCA, UPAO. 15 p.
  - DELGADO, J.M.A. 2010. Patosistema de espárrago. Curso de Profesionalización EPIA, FCA, UPAO. 17 p.
  - DICKINSON, C.H. 1967. Fungal colonization of *Pisum* leaves. Canadian Journal of Botany, Ottawa. 45: 915-927.
  - DICKINSON, C.H. & PREECE, T.F. 1976. Microbiology of aerial plant surfaces. London: Academic Press. 669 p.
  - DOHERTY, M.A. & PREECE, T.F. 1978. *Bacillus cereus* prevents germination of uredospores of *Puccinia allii* and development of rust disease of leek. *Allium porrum* in controlled environments. Physiological Plant Pathology, London, 12: 123-132.
  - DROBY, S., WILSON, C., and M, WISNIEWSKI. 1990. Nutrient Competition as a Mode of Action of Post-harvest Biocontrol Agents. In: C. WILSON and E. CHALUTZ, eds. Biological Control of post-harvest Diseases of Fruits and Vegetables, workshop Proceedings. Shepherdstown, West Virginia, USA. p 142-160.
  - ELENA, K. 1996. First report of *Stemphylium* leaf spot of asparagus in Greece. Plant Dis. 80, 342.
  - ERWIN, D.C., BARTNICKI-GARCIA, S. and TSAO, P.H. 1983. *Phytophthora* its biology, taxonomy, ecology and pathology. Phytopathology. 55: 121-137.
  - FALLOOM, P.G., FALLOOM, L.M. and GROGAN, R.G. 1987. Etiologi and

epidemiology of *Stemphylium* leaf spot and purple spot of asparagus in California. *Phytopathology*. 77: 407-413.

- FOKKEMA, N.J. 1971. Influence of pollen on saprophytic and pathogenic fungi on rye leaves. In: PREECE, T.F., DICKINSON, C.H. *Ecology of leaf surfaces microorganisms*. London: Academic Pres. 277-282 p.
- FOKKEMA, N.J., HOUTER, J.G. den, KOSTERMAN, Y.J.C. & NELIS A.L. 1979. Manipulation of leaves as field-grown wheat leaves and their antagonistic effect on *Cochliobolus sativus* and *Septoria nodorum*. *Transactions of the British Mycological Society*, London, 72(1): 19-29.
- FOKKEMA, N.J. & VAN DER MEULEN, F. 1976. Antogonism of yeast like phyllosphere fungi against *Septoria nodorum* on wheat leaves. *Netherlands Journal of Plant Pathology*. Wageningen, 82: 13-16.
- FRAVEL, D.R. & SPURR, JR., H.W. 1997. Biocontrol of tobacco brown spot disease by *Bacillus subtilis* subsp. *Mycooides* in a controlled environment. *Phytopathology*. St. Paul, 67: 930-932.
- GESTION 2014. Diario de economía y negocios del Perú. Disponible en <http://gestion.pe/economia/exportacion-peruana-esparragos-caera-este-ano-y-proximo-bajos-precios-2108627>. Consultado en Noviembre 2014.
- GIACONI, V., M. ESCRAFF. 1997. Cultivo de hortalizas. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), Editorial Universitaria, Santiago, Chile, pp. 166-186. Disponible en <http://www.manejointegrado.cl>. Consultado en Noviembre 2013.
- HAUSBECK, M.K. 1993. Epidemiology of *Stemphylium* Leaf Spot and Purple spot in Notill Asparagus. *Phytopathology*. 83, 1344.
- HEMMING, B.C. 1990. Bacteria as antagonists in biological control of plant pathogens. In: *New directions in biological control, alternatives for suppressing agricultural pests and diseased*. Ed.R. Baker & P. Dunn. Alan R. Liss, Inc. New York 223-242 p.
- HENIS, Y. & CHET, I. 1975. Microbiological control of plant pathogens. *Advances in Applied Microbiology*, Madison, 19: 85-111.
- INAGRO SUR S.A. 1996. Convención de Espárrago. Cañete – Perú. Folleto.

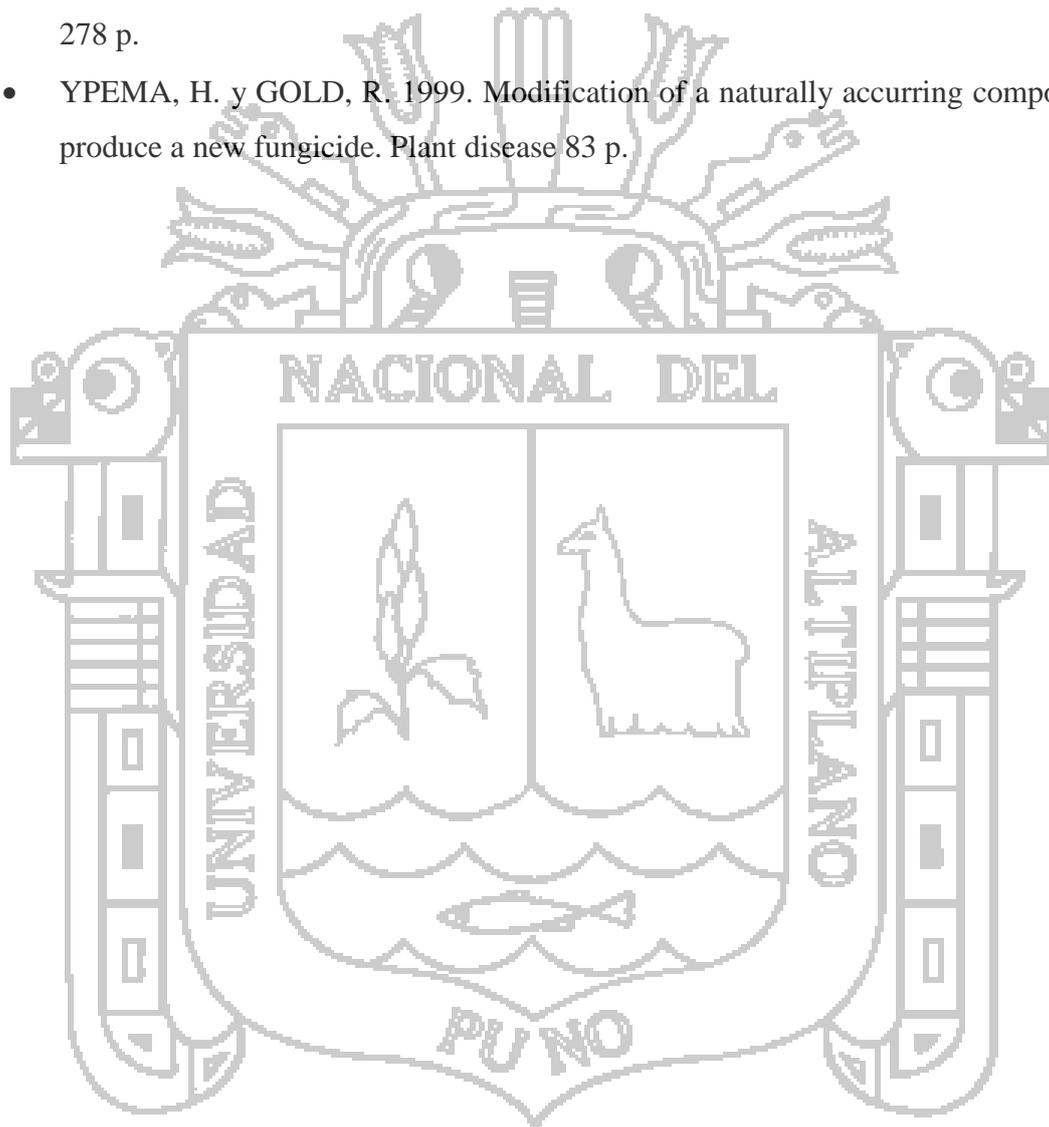
5 pg.

- IPEH. 2008. Espárrago. Revisado en Setiembre del 2009. Disponible en: [http://www.ipeh.org/prod\\_esparrago.asp](http://www.ipeh.org/prod_esparrago.asp)
- JANISIEWICZ, W.J. 1987. Post harvest biological control of blue mold on apples. *Phytopathology*, St. Paul, 77(3): 481-485.
- LEBEN, C. 1964. Influence of bacteria isolated from healthy cucumber leaves on two leaf diseases of cucumber. *Phytopathology*, St. Paul, 54: 405-408.
- LEBEN, C., DAFT, G.C. WILSON, J.D. & WINTER, H.F. 1965. Field tests for disease control by an epiphytic bacterium. *Phytopathology*. St. Paul, 55: 1375-1376.
- LOPES, C.A. 1986. Biological Control of *Pseudomonas avenae* with Epiphytic Bacteria Isolated from corn Plants. Miami: University of Florida. Tese doutoramento. 103 pg.
- LUZ, W.C. 1984. Efeito dos microorganismos do filo plano sobre as manchas fúngicas foliares do trigo. *Fitopatologia Brasileira*, Brasilia, 10(1): 79-83.
- MCBRIDE, R.P. 1972. Larch leaf waxes utilized by *Sporobolomyces roseus in situ*. *Transactions of the British Mycological Society*. London, 58(2): 329-352.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. La horticultura en el Perú. Oficina de Información Agraria. Lima – Perú. 255 p.
- MONT, R.M. 2002. Manejo Integrado de Enfermedades de las Plantas. Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA. Lima, Perú. 210 pg.
- MORRIS, C.E. & ROUSE, D.I. 1982. Diversity of epiphytic bacterial communities on bean (*Phaseolus vulgaris*) leaves and pods based on nutrient utilization. *Phytopathology*, St. Paul, 72: 936 p.
- MURTY, M.G. 1984. Phyllosphere of cotton as a habitat for diazotrophic microorganismos. *Environ microbial* 48: 713 p.
- NORSE, D. 1972. Fungal populations of tobacco leaves and their effect on the growth of *Alternaria longifes*. *Transactions of the British Mycological Society*, London, 59 (2): 261-271.
- PREESE, T.F. & DICKINSON, C.H. 1971. Ecology of leaf surface microorganisms. London: Academic Press, 639 p.
- ROBLES, 1998. Boletín de PROMPEX: Diagnóstico de la actividad esparraguera nacional. Lima – Perú. 9 p.

- RODGER, G. & BLAKEMAN, J.P. 1984. Microbial colonization and uptake of <sup>14</sup>C label on leaves of sycamore. Transactions of the British Mycological Society, London, 82(1): 45-51.
- SANCHEZ, V.; APAZA, T. 2000. Plagas y enfermedades del cultivo de espárrago en el Perú. Ediciones Grafiti. Lima – Perú. 140 p.
- SAUNDERS, P.J.W. 1971. Modifications of the leaf surface and its environment by pollution. In: PREECE, T.F., DICKINSON, C.H. Ecology of leaf surface microorganisms. London: Academic Press, 81-89 p.
- SLEESMAN, J.P. & LEBEN, C. 1976. Microbial antagonists of *Bipolaris maydis*. Phytopathology 66: 1214 p.
- SMEDEGAARD-PETERSEN, V. & TOLSTRUP, K., 1986. Yield-reducing effect of saprophytic leaf fungi in barley crops. In FOKKEMA N.J. & VAN DEN JEUVEL, J. (eds): Microbiology of the Phyllosphere, Cambridge Univ Pres, 160 p.
- SMITH, W.H. 1981. Air pollution and forests: interactions between air contaminants and forest ecosystems. New York: Springer-Verlag, 379 p.
- SMITH, W.H., STASKAWICZ, B.J. & HARKOV, R.S. 1978. Trace-metal pollutants and urbantree leaf pathogens. Transactions of the British Mycological Society, London, 70(1). 29-33.
- SPENCER, D.M. 1980. Parasitism of carnation rust (*Uromyces dianthi*) by *Verticillium lecanii*. Transactions of the British Mycological Society. London, 74(1): 191-194.
- SPURR Jr., H.W. & EWLTY, R.E. 1975. Characterization of endophytic fungi in healthy appearing leaves of *Nicotiana spp.* Phytopathology 65. 417 p.
- SPURR Jr., H.W. & KNUDSEN, G.R. 1985. Biological control of leaf diseases with bacteria. In Windels, CE & Lindow, SE. (eds): Biological Control on the Phylloplane, St. Paul: Am Phytopath Soc. 45 p.
- SUDO, S. 1989. Biocontrole de *Catacauma torrendiella* e *Coccostroma palmicola*, agentes causadores da lixa-preta no coqueiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE COENÇAS DE PLANTAS, 3. Piracicaba. Anais...Piracicaba: USP/EMBRAP, 57-59 p.
- VASQUEZ, V. 1990. Experimentación Agrícola. Ediciones Amaru. Lima, Perú.

348 p.

- VITTI, A.J. e GHINI, R. 1990. Sobrevivencia de linhagens de *Trichoderma* resistentes a Phytopathologia, Jaguariuna, 16(1): 36-37.
- VINCENT, J.M. 1947. Distortion of fungal hyphae in the presence of certain inhibitors. Nature, 159:850.
- WINDELS, C. and LINDOW, E. 1990. The Phylloplane. In: New Directions in biological control, Alternatives for suppressing Agricultural Pest and Diseases. 271-278 p.
- YPEMA, H. y GOLD, R. 1999. Modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. Plant disease 83 p.





**Tabla 33.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 16 días de edad del cultivo y 5 días después de la primera aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	19.0	22.3	21.0	23.0	23.7	31.0	
2	12.0	17.0	21.3	22.0	32.0	30.0	
3	18.0	21.7	24.0	30.7	18.3	26.0	
4	16.0	20.7	22.0	25.3	24.7	29.0	
<b>Total</b>	<b>65.0</b>	<b>81.7</b>	<b>88.3</b>	<b>101.0</b>	<b>98.7</b>	<b>116.0</b>	<b>550.7</b>
$\sum y_{ij}^2$	<b>1085.0</b>	<b>1685.7</b>	<b>1954.7</b>	<b>2595.6</b>	<b>2530.7</b>	<b>3378.0</b>	<b>13229.61</b>
<b>Promedio</b>	<b>16.3</b>	<b>20.4</b>	<b>22.1</b>	<b>25.3</b>	<b>24.7</b>	<b>29.0</b>	<b>22.95</b>

**Tabla 34.** Datos transformados de la tabla 33 ( $Y\sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	4.4	4.7	4.6	4.8	4.9	5.6	
2	3.5	4.1	4.6	4.7	5.7	5.5	
3	4.2	4.7	4.9	5.5	4.3	5.1	
4	4.0	4.5	4.7	5.0	5.0	5.4	
<b>Promedio</b>	<b>3.9</b>	<b>4.4</b>	<b>4.6</b>	<b>4.7</b>	<b>5.3</b>	<b>5.5</b>	<b>4.74</b>

**Tabla 35.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 21 días de edad del cultivo y 5 días después de la segunda aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	110.0	103.3	79.7	135.3	107.3	53.0	
2	112.0	77.7	58.0	104.0	118.7	59.0	
3	90.0	90.7	83.0	109.7	108.0	65.0	
4	98.1	90.9	73.4	116.4	111.3	59.0	
<b>Total</b>	<b>410.1</b>	<b>362.6</b>	<b>294.1</b>	<b>465.4</b>	<b>445.3</b>	<b>236.0</b>	<b>2213.5</b>
$\sum y_{ij}^2$	<b>42369.8</b>	<b>33189.4</b>	<b>21993.9</b>	<b>54705.1</b>	<b>49654.7</b>	<b>13996.0</b>	<b>215908.88</b>
<b>Promedio</b>	<b>102.5</b>	<b>90.6</b>	<b>73.5</b>	<b>116.4</b>	<b>111.3</b>	<b>59.0</b>	<b>92.23</b>

**Tabla 36.** Datos transformados de la tabla 35 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	10.5	10.2	8.9	11.6	10.4	7.3
2	10.6	8.8	7.6	10.2	10.9	7.7
3	9.5	9.5	9.1	10.5	10.4	8.1

4	9.9	9.5	8.6	10.8	10.5	7.7	
<b>Promedio</b>	<b>10.5</b>	<b>9.5</b>	<b>8.3</b>	<b>10.9</b>	<b>10.6</b>	<b>7.5</b>	<b>9.55</b>

**Tabla 37.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 26 días de edad del cultivo y 5 días después de la tercera aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	161.0	144.7	129.3	180.3	145.3	72.0	
2	158.0	128.7	99.0	140.0	173.0	82.0	
3	131.0	125.0	113.3	138.7	153.3	81.0	
4	144.1	135.9	113.8	153.1	161.0	80.0	
<b>Total</b>	<b>594.1</b>	<b>534.3</b>	<b>455.4</b>	<b>612.1</b>	<b>632.7</b>	<b>315.0</b>	3143.6
$\sum y_{ij}^2$	<b>88814.0</b>	<b>71589.4</b>	<b>52317.9</b>	<b>94791.6</b>	<b>100482.9</b>	<b>24869.0</b>	432864.85
<b>Promedio</b>	<b>148.5</b>	<b>133.6</b>	<b>113.9</b>	<b>153.0</b>	<b>158.2</b>	<b>78.8</b>	130.98

**Tabla 38.** Datos transformados de la tabla 37 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	12.7	12.0	11.4	13.4	12.1	8.5	
2	12.6	11.3	9.9	11.8	13.2	9.1	
3	11.4	11.2	10.6	11.8	12.4	9.0	
4	12.0	11.7	10.7	12.4	12.7	8.9	
<b>Promedio</b>	<b>12.6</b>	<b>11.7</b>	<b>10.7</b>	<b>12.6</b>	<b>12.6</b>	<b>8.8</b>	<b>11.50</b>

**Tabla 39.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 31 días de edad del cultivo y 5 días después de la cuarta aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	249.0	162.7	148.0	202.0	165.0	84.0	
2	194.0	146.0	115.0	175.7	194.7	89.0	
3	170.0	140.7	129.0	172.7	177.3	84.0	
4	205.9	154.1	131.7	188.6	187.1	88.0	
<b>Total</b>	<b>818.9</b>	<b>603.4</b>	<b>523.7</b>	<b>738.9</b>	<b>724.1</b>	<b>345.0</b>	3754.1
$\sum y_{ij}^2$	<b>170950.1</b>	<b>91296.7</b>	<b>69106.1</b>	<b>137050.7</b>	<b>131577.8</b>	<b>29777.0</b>	629758.39
<b>Promedio</b>	<b>204.7</b>	<b>150.8</b>	<b>130.9</b>	<b>184.7</b>	<b>181.0</b>	<b>86.3</b>	156.42

**Tabla 40.** Datos transformados de la tabla 39 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	15.8	12.8	12.2	14.2	12.8	9.2	
2	13.9	12.1	10.7	13.3	14.0	9.4	
3	13.0	11.9	11.4	13.1	13.3	9.2	
4	14.4	12.4	11.5	13.7	13.7	9.4	
<b>Promedio</b>	<b>14.9</b>	<b>12.4</b>	<b>11.4</b>	<b>13.7</b>	<b>13.4</b>	<b>9.3</b>	<b>12.52</b>

**Tabla 41.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 36 días de edad del cultivo y 5 días después de la quinta aplicación de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	299.0	185.3	173.0	228.7	204.7	99.0	
2	231.0	164.3	135.0	204.7	219.7	120.0	
3	210.0	167.0	155.3	206.3	211.3	103.0	
4	248.3	176.7	157.2	219.3	220.6	109.7	
<b>Total</b>	<b>988.3</b>	<b>693.4</b>	<b>620.6</b>	<b>859.0</b>	<b>856.2</b>	<b>431.7</b>	4449.1
<b>Eyij<sup>2</sup></b>	<b>248503.9</b>	<b>120473.6</b>	<b>97001.3</b>	<b>184857.4</b>	<b>183448.4</b>	<b>46836.8</b>	881121.40
<b>Promedio</b>	<b>247.1</b>	<b>173.3</b>	<b>155.1</b>	<b>214.8</b>	<b>214.1</b>	<b>107.9</b>	185.38

**Tabla 42.** Datos transformados de la tabla 41 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	17.3	13.6	13.2	15.1	14.3	9.9	
2	15.2	12.8	11.6	14.3	14.8	11.0	
3	14.5	12.9	12.5	14.4	14.5	10.1	
4	15.8	13.3	12.5	14.8	14.9	10.5	
<b>Promedio</b>	<b>16.2</b>	<b>13.2</b>	<b>12.4</b>	<b>14.7</b>	<b>14.6</b>	<b>10.5</b>	<b>13.60</b>

**Tabla 43.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 51 días de edad del cultivo y 20 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	336.0	226.7	199.3	249.3	246.3	112.0
2	298.0	198.0	162.7	250.0	259.3	137.0
3	262.0	212.0	180.3	254.7	240.7	114.0

4	301.6	220.9	184.2	259.6	260.6	123.3	
<b>Total</b>	<b>1197.6</b>	<b>857.6</b>	<b>726.5</b>	<b>1013.6</b>	<b>1006.9</b>	<b>486.3</b>	5288.6
$\sum_{yij}^2$	<b>361313.3</b>	<b>184342.2</b>	<b>132631.7</b>	<b>256920.2</b>	<b>253743.5</b>	<b>59520.1</b>	1248471.0
<b>Promedio</b>	<b>299.4</b>	<b>214.4</b>	<b>181.6</b>	<b>253.4</b>	<b>251.7</b>	<b>121.6</b>	220.36

**Tabla 44.** Datos transformados de la tabla 43 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	18.3	15.1	14.1	15.8	15.7	10.6	
2	17.3	14.1	12.8	15.8	16.1	11.7	
3	16.2	14.6	13.4	16.0	15.5	10.7	
4	17.4	14.9	13.6	16.1	16.1	11.1	
<b>Promedio</b>	<b>17.8</b>	<b>14.6</b>	<b>13.4</b>	<b>15.8</b>	<b>15.9</b>	<b>11.1</b>	<b>14.77</b>

**Tabla 45.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 66 días de edad del cultivo y 35 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	430.0	249.3	217.7	261.0	271.0	116.0	
2	323.0	209.0	177.3	270.7	278.7	138.0	
3	299.0	229.3	194.7	281.0	252.0	120.0	
4	355.3	240.2	203.8	284.3	279.9	127.0	
<b>Total</b>	<b>1407.3</b>	<b>927.9</b>	<b>793.4</b>	<b>1097.0</b>	<b>1081.6</b>	<b>501.0</b>	5808.2
$\sum_{yij}^2$	<b>504852.3</b>	<b>216148.6</b>	<b>158246.4</b>	<b>301187.9</b>	<b>292937.9</b>	<b>63029.0</b>	1536402.08
<b>Promedio</b>	<b>351.8</b>	<b>232.0</b>	<b>198.4</b>	<b>274.3</b>	<b>270.4</b>	<b>125.3</b>	242.01

**Tabla 46.** Datos transformados de la tabla 45 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	20.7	15.8	14.8	16.2	16.5	10.8	
2	18.0	14.5	13.3	16.5	16.7	11.7	
3	17.3	15.1	14.0	16.8	15.9	11.0	
4	18.8	15.5	14.3	16.9	16.7	11.3	
<b>Promedio</b>	<b>19.4</b>	<b>15.1</b>	<b>14.0</b>	<b>16.3</b>	<b>16.6</b>	<b>11.3</b>	<b>15.44</b>

**Tabla 47.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 81 días de edad del cultivo y 50 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	456.0	256.3	225.0	268.0	282.0	129.0	
2	333.0	217.3	186.7	281.7	292.7	145.0	
3	316.0	239.0	200.7	287.0	259.3	123.0	
4	372.9	248.6	211.3	292.3	290.7	134.7	
<b>Total</b>	<b>1477.9</b>	<b>961.2</b>	<b>823.7</b>	<b>1129.0</b>	<b>1124.7</b>	<b>531.7</b>	6048.2
$\sum y_{ij}^2$	<b>557768.6</b>	<b>231841.4</b>	<b>170398.3</b>	<b>318987.9</b>	<b>316918.7</b>	<b>70930.1</b>	1666844.98
<b>Promedio</b>	<b>369.5</b>	<b>240.3</b>	<b>205.9</b>	<b>282.3</b>	<b>281.2</b>	<b>132.9</b>	252.01

Tabla 48. Datos transformados de la tabla 47 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	21.4	16.0	15.0	16.4	16.8	11.4	
2	18.2	14.7	13.7	16.8	17.1	12.0	
3	17.8	15.5	14.2	16.9	16.1	11.1	
4	19.3	15.8	14.5	17.1	17.0	11.6	
<b>Promedio</b>	<b>19.8</b>	<b>15.4</b>	<b>14.3</b>	<b>16.6</b>	<b>17.0</b>	<b>11.7</b>	15.79

Tabla 49. Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 97 días de edad del cultivo y 66 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	466.7	261.3	232.7	274.0	287.7	135.0	
2	342.7	225.0	191.7	289.7	299.7	150.0	
3	333.7	246.7	210.3	294.7	264.0	128.0	
4	385.6	255.3	218.8	299.6	296.4	140.0	
<b>Total</b>	<b>1528.6</b>	<b>988.3</b>	<b>853.4</b>	<b>1157.9</b>	<b>1147.8</b>	<b>553.0</b>	6229.1
$\sum y_{ij}^2$	<b>595227.6</b>	<b>244959.7</b>	<b>182973.7</b>	<b>335544.8</b>	<b>330127.5</b>	<b>76709.0</b>	1765542.26
<b>Promedio</b>	<b>382.2</b>	<b>247.1</b>	<b>213.4</b>	<b>289.5</b>	<b>286.9</b>	<b>138.3</b>	259.54

Tabla 50. Datos transformados de la tabla 49 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	21.6	16.2	15.3	16.6	17.0	11.6	
2	18.5	15.0	13.8	17.0	17.3	12.2	
3	18.3	15.7	14.5	17.2	16.2	11.3	
4	19.6	16.0	14.8	17.3	17.2	11.8	
<b>Promedio</b>	<b>20.1</b>	<b>15.6</b>	<b>14.5</b>	<b>16.8</b>	<b>17.1</b>	<b>11.9</b>	16.01

**Tabla 51.** Acumulación de “mancha foliar” *Stemphylium vesicarium* Wallr. en espárrago a los 140 días de edad del cultivo y 109 días después de las cinco aplicaciones de las bacterias antagonistas y producto químico. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	471.7	264.3	236.7	277.3	290.7	137.0	
2	345.7	229.3	195.7	292.0	300.7	152.0	
3	336.7	250.7	213.3	297.7	268.7	131.0	
4	398.5	259.1	222.4	302.4	299.3	142.3	
<b>Total</b>	<b>1552.5</b>	<b>1003.4</b>	<b>868.1</b>	<b>1169.4</b>	<b>1159.3</b>	<b>562.3</b>	6315.2
$\sum_{vij}^2$	<b>614101.6</b>	<b>252438.2</b>	<b>189289.2</b>	<b>342255.9</b>	<b>336669.8</b>	<b>79292.8</b>	1814047.44
<b>Promedio</b>	<b>388.1</b>	<b>250.9</b>	<b>217.0</b>	<b>292.4</b>	<b>289.8</b>	<b>140.6</b>	263.13

**Tabla 52.** Datos transformados de la tabla 51 ( $Y = \sqrt{x}$ ).

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
1	21.7	16.3	15.4	16.7	17.0	11.7	
2	18.6	15.1	14.0	17.1	17.3	12.3	
3	18.3	15.8	14.6	17.3	16.4	11.4	
4	20.0	16.1	14.9	17.4	17.3	11.9	
<b>Promedio</b>	<b>20.2</b>	<b>15.7</b>	<b>14.7</b>	<b>16.9</b>	<b>17.2</b>	<b>12.0</b>	<b>16.10</b>

**Tabla 53.** Rendimiento obtenidos en cada uno de los tratamientos con bacterias antagonista y productos químicos usadas en el control de “mancha foliar” *Stemphylium vesicairum* Wallr. en espárrago. Trujillo, La Libertad 2014.

Repet.	Tratamientos						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
r1	4879.4	6094.9	7302.7	6156.7	7344.6	9079.1	
r2	5272.5	5878.8	6659.0	6231.6	6011.1	6724.4	
r3	3808.6	5162.6	5653.2	5434.7	4906.3	5487.6	
r4	4686.0	5712.1	6538.3	5941.0	6087.3	7155.3	
<b>Total</b>	<b>18646.5</b>	<b>22848.3</b>	<b>26153.2</b>	<b>23764.0</b>	<b>24349.3</b>	<b>28446.3</b>	125561.1
$\sum_{vij}^2$	88072083.8	130987824.8	172378943.5	141569009.7	151203360.5	208958960.6	805098099.1
<b>Promedio</b>	<b>4661.6</b>	<b>5712.1</b>	<b>6538.3</b>	<b>5941.0</b>	<b>6087.3</b>	<b>7111.6</b>	6278.05

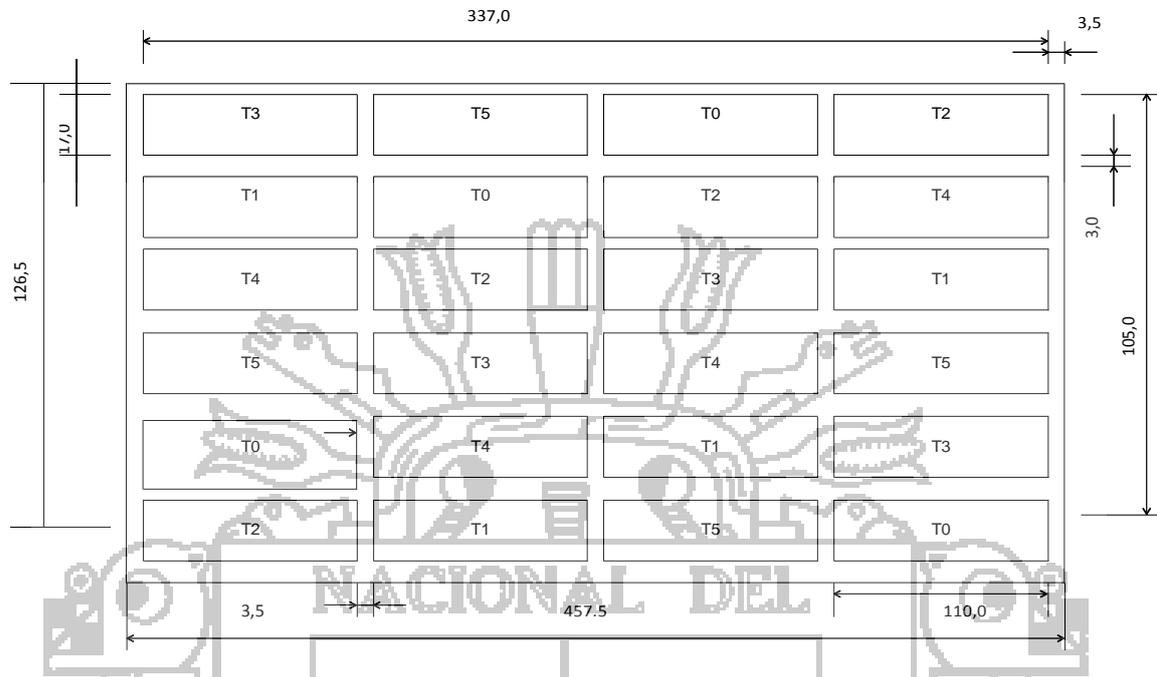
**Tabla 54.** Porcentajes de control obtenidos en cada uno de los tratamientos con bacterias antagonista y productos químicos usadas en el control de “mancha foliar” *Stemphylium vesicairum* Wallr. en espárrago. Trujillo, La Libertad 2014.

Rep.	T1	T2	T3	T4	T5
1	44%	50%	41%	38%	71%
2	34%	43%	16%	13%	56%
3	26%	37%	12%	20%	61%
4	35%	44%	24%	25%	64%
<b>Promedio</b>	<b>35%</b>	<b>44%</b>	<b>23%</b>	<b>24%</b>	<b>63%</b>

**Tabla 55.** Datos transformados de la tabla 54 (arco seno).  $\sqrt{\%}$

Rep.	T1	T2	T3	T4	T5
1	41.55	45.00	39.82	38.06	57.42
2	35.67	40.98	23.58	21.13	48.45
3	30.66	37.47	20.27	26.56	51.35
4	36.27	41.55	29.33	30.00	53.13

ANEXOS 1. Croquis del experimento.



CODIGO	NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	DESCRIPCIÓN DE APLICACIÓN
T0	TESTIGO ABSOLUTO	Ninguno	Parcelas sin aplicación
T1	ENA-12	<i>Pseudomonas putida</i>	Cada bacteria se aplicara en forma individual en sus respectivas parcelas. Se realizaran 5 aplicaciones para cada tratamiento, con una frecuencia de 5 días.  Los cuatro fungicidas conforman un solo tratamiento (Químico), los cuales serán aplicados en rotación bajo el mismo orden y una frecuencia de 5 días.
T2	ENA-24	<i>Bacillus Cereus</i>	
T3	B-4	<i>Bacillus sphaericus</i>	
T4	ALLE-155	<i>Paenibacillus macerans</i>	
T5	DITHANE	Mancozeb	
	SYL	Propineb	
	POLYRAM	Metiram	
	DACONIL	Clorathalonil	

ANEXO 2. Cartilla de registro de kilos diarios

**REGISTRO DE PRODUCCION DIARIA**

Fundo	
-------	--

Evaluador	
-----------	--

Módulo	
Turno	
Lote	

Fecha	DC	TURNO MAÑANA						TURNO MAÑANA						
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
	8													
	9													
	10													
	11													
	12													
	13													
	14													
	15													
	16													
	17													
	18													
	19													
	20													
	21													
	22													
	23													
	24													
	25													
	26													
	27													
	28													
	29													
	30													
<b>Total</b>														
<b>Total Kg/Ha</b>														

DC = Dias de cosecha



ANEXO 3. Cartilla de evaluación de mancha foliar.

CARTILLA DE EVALUACION DE MANCHA FOLIAR

Fundo														Fecha									
Módulo														Actural									
N° Campaña														Anterior									
N° Brote														Evaluador									
Bloque	Parcela	Punto de Muestreo	N° Planta	N° de Mancha Foliar/Planta/Tercio																F i D i a a r R S : R a m a	Acum. RS F	Acum. TI TM TS	ACUMU. TOTAL
				TERCIO INFERIO				TERCIO MEDIO				TERCIO SUPERIOR				RS	F						
				TP	RP	RS	F	TP	RP	RS	F	TP	RP	RS	F	Día	Día						

DATOS METEOROLOGICOS

HORAS DE HR >90%	
HORAS DE T° MIN.	
HORAS DE ROCIO	

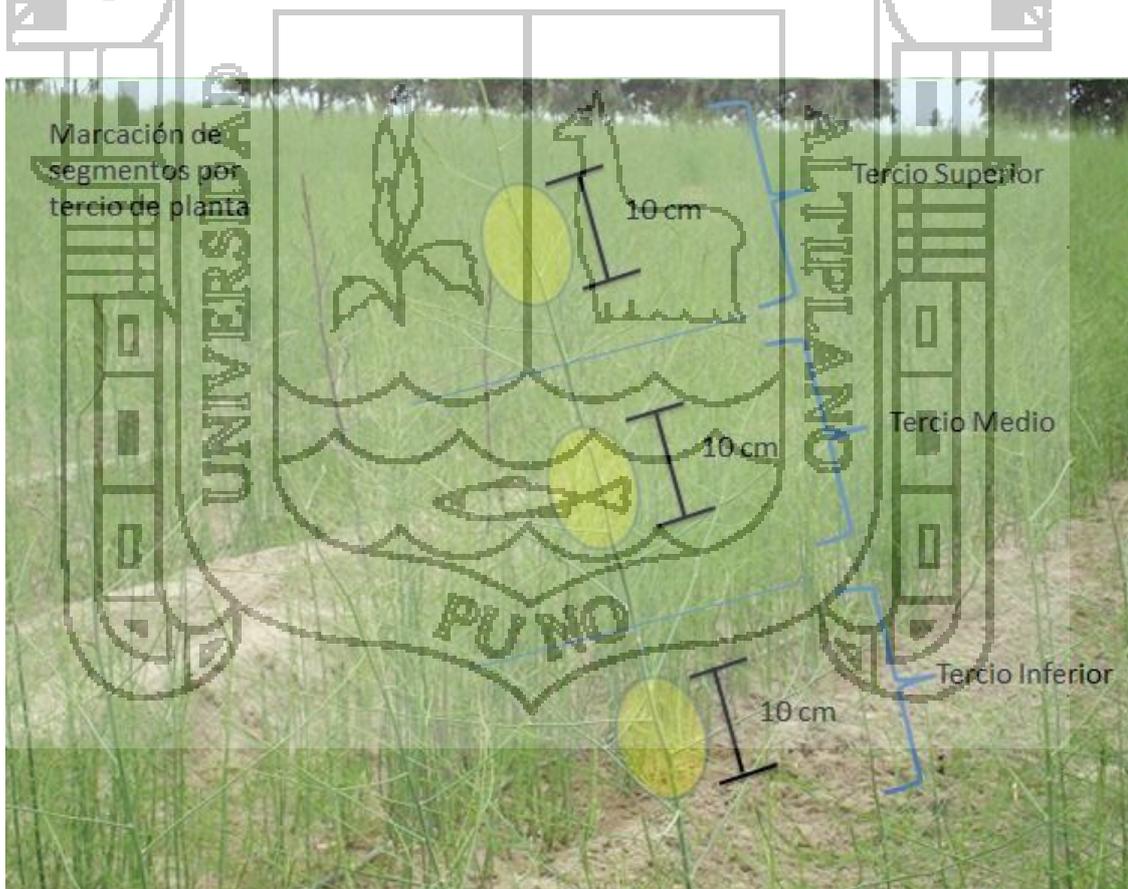
TP: Tallo principal  
 RP: Rama primaria  
 RS: Rama secundaria  
 F: Filoclados

OBSERVACIONES






**Figura 8.** Marcación de los puntos de muestreo



**Figura 9.** Marcación de segmentos por tercio de planta

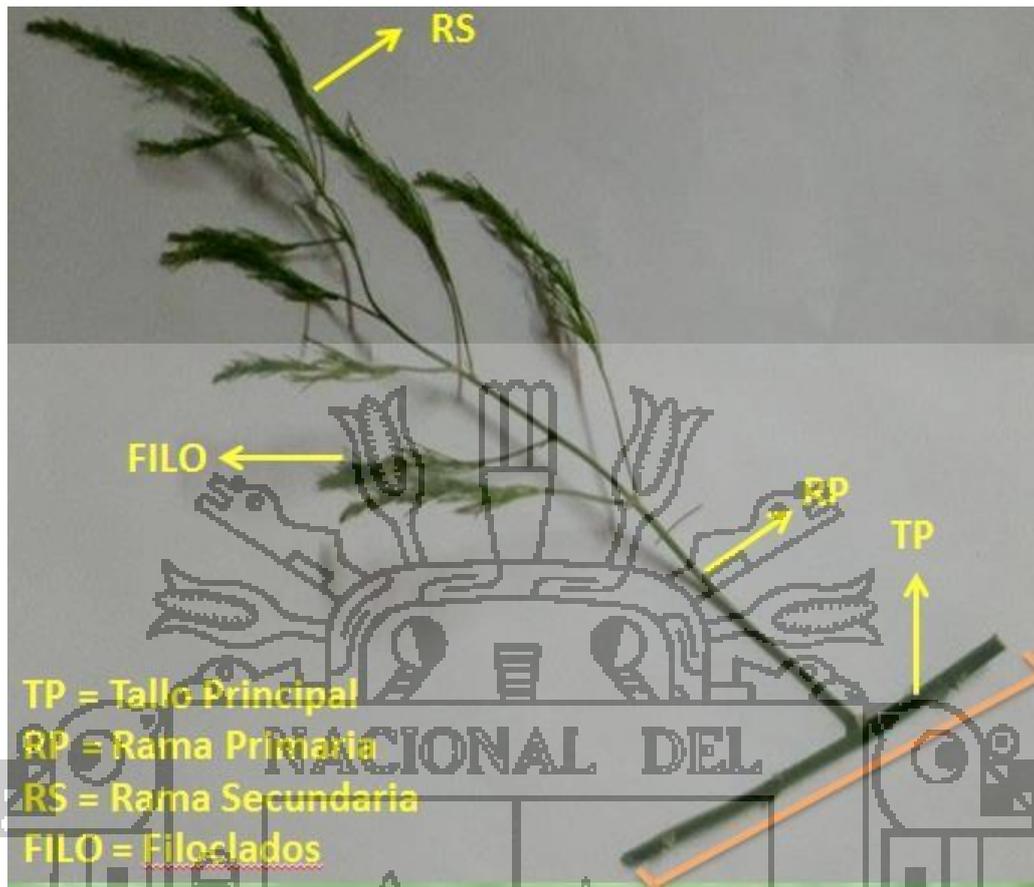


Figura 10. Segmento de tallo principal



Figura 11. Calibración de equipo antes de aplicación de tratamientos



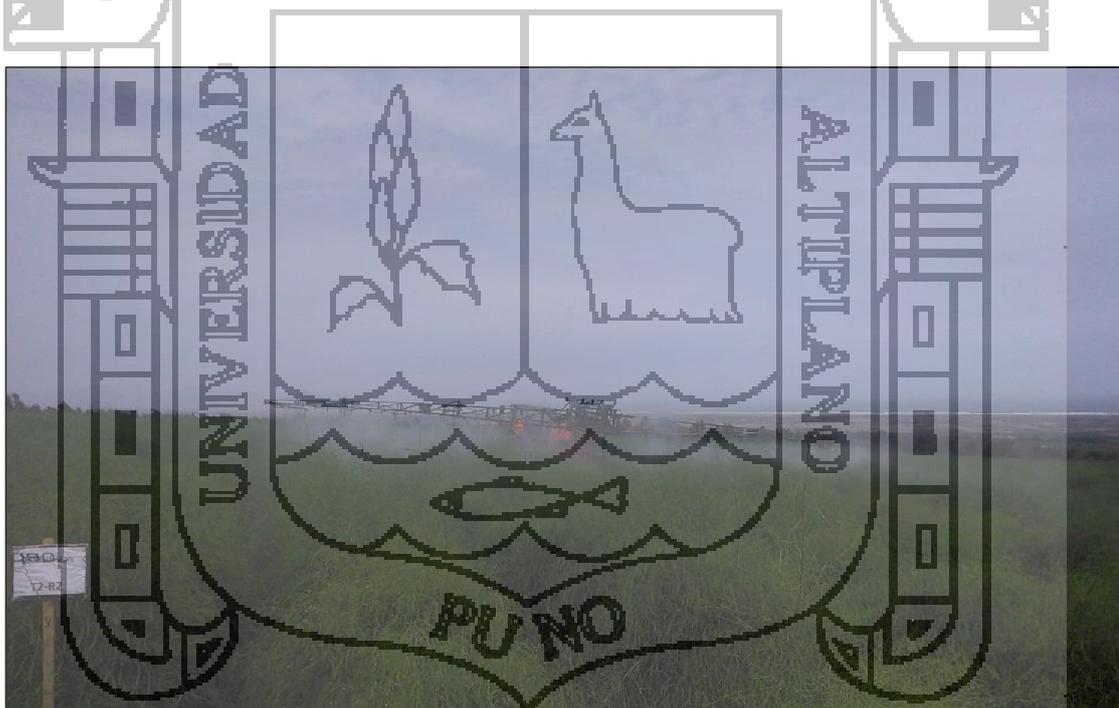
**Figura 12.** Frascos de 20 litros de caldo CASOY



**Figura 13.** Aplicación de tratamientos con equipo mecanizado, Equipo LFM



**Figura 14.** Marcado de los tres tercios para evaluar durante el transcurso del experimento



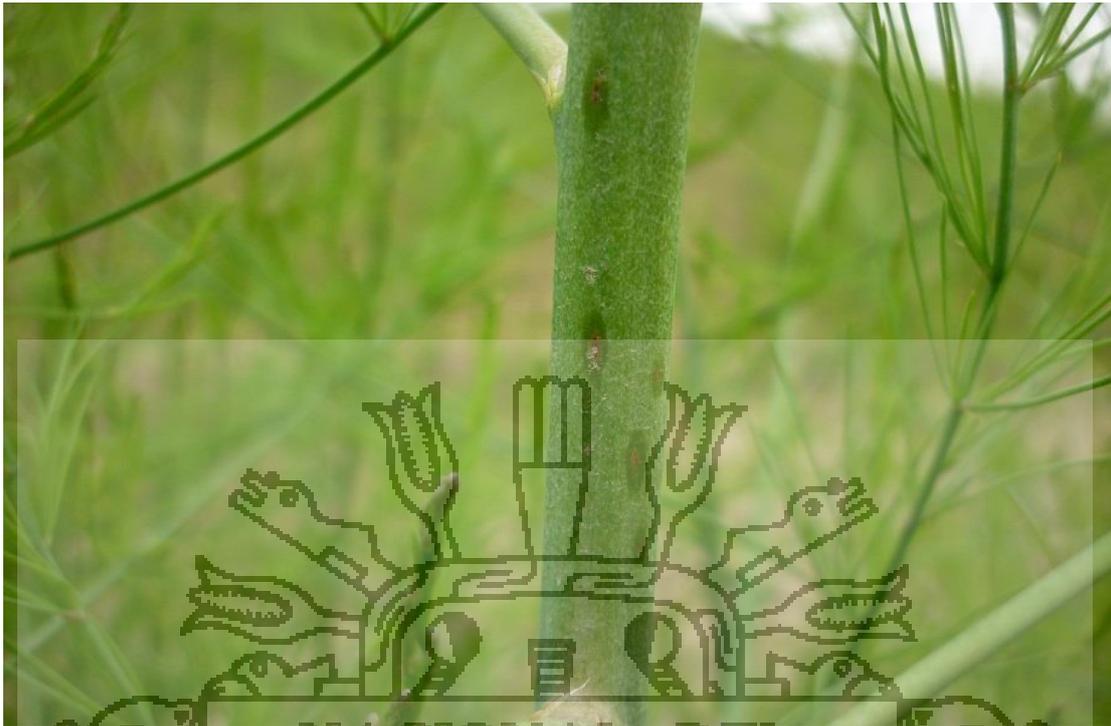
**Figura 15.** Aplicaciones de tratamientos en campos mas desarrollados



**Figura 16.** Presencia de rosio generan gotas en los filoclados



**Figura 17.** Papel hidrosensible comprobando la cobertura de la última aplicación



**Figura 18.** Lesiones de “mancha foliar” *Stemphylium vesicariu*

