

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



TEMA:

**APLICACIÓN DE MULCH, *Bacillus sp.* Y *Trichoderma spp.* PARA
EL CONTROL DE MILDIU VELLOSO (*Bremia lactucae*) EN EL
CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR: HENRY VLADIMIR LÓPEZ MORETA

TUTOR: ING. AGR. MG. WILFRIDO YANEZ

AMBATO - ECUADOR

2017

El suscrito HENRY VLADIMIR LÓPEZ MORETA, portador de cédula de identidad número: 1804713822, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: “APLICACIÓN DE MULCH, *Bacillus sp.* Y *Trichoderma spp.* PARA EL CONTROL DE MILDIU VELLOSO (*Bremia lactucae*) EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

Henry Vladimir López Moreta

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

Henry Vladimir López Moreta

**APLICACIÓN DE MULCH, *Bacillus sp.* Y *Trichoderma spp.* PARA
EL CONTROL DE MILDIU VELLOSO (*Bremia lactucae*) EN EL
CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)**

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Wilfrido Yáñez
TUTOR

Ing. Agr. Mg. Marco Pérez S.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

FECHA

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Mg. Marco Pérez S.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Agr. Mg. Marilú González
MIEMBRO DEL TRIBUNAL CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

A Dios y a Mi Padre que desde el cielo con sus bendiciones me han dado la salud y las fuerzas para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se han presentado y así finalizar mi carrera profesional con éxito.

A mi Madre por ser el eje fundamental en mi hogar ya que tuvo que ser padre y madre a la vez, sinónimo de lucha, sacrificio y esfuerzo, que con su amor, apoyo incondicional, las enseñanzas y los consejos me ha llevado por el buen camino para seguir adelante y siempre cumplir con las metas que me he propuesto.

A mi Hermana y mi Cuñado que siempre me han apoyado, con sus palabras y consejos me han dado ese ánimo para seguir adelante y culminar mi carrera.

A mi Sobrina, la más pequeña de la casa que siempre nos llena de alegría, con sus travesuras y locuras.

A mis tíos, Mario y Aida, que han sido como mis segundos padres, siempre me han apoyado, han estado ahí para darme sus consejos, decirme que un resbalón no es una caída, y que debo seguir adelante hasta cumplir con mis objetivos.

A mis abuelitos Israel y Carmelina, que con su amor y sabios consejos de día a día, han hecho de mí una persona de bien.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, por acogerme en sus aulas y así brindarme el conocimiento necesario para mi vida profesional.

A mi tutor Ing. Agr. Wilfrido Yáñez, quien me brindo sus conocimientos, y lo más importante su amistad, sus consejos y su tiempo me permitió superarme y llegar a culminar de manera exitosa este proyecto.

De igual manera al Ing. Mg. Marco Pérez, Biometrista, por orientarme con sus conocimientos y apoyarme desde el inicio de mi investigación y al Ing. Mg. Eduardo Cruz, Asesor de Redacción Técnica, por su valiosa colaboración y asesoría durante el desarrollo de mi investigación.

Un agradecimiento sincero a la familia Sacón Quinatoa, donde más que jefes encontré amigos que me brindaron su amistad, su apoyo y consejos que siempre los llevaré presente en mi vida como profesional.

A mis Amigos con quienes compartí toda una vida Universitaria, donde pasamos buenos y malos momentos, compartiendo lo que cada uno podía aportar para formar siempre un grupo unido, recordaremos las anécdotas que dentro y fuera de las aulas nos pasaron, y que después ya como profesionales las llevemos siempre presentes.

A toda mi Familia por esos consejos y el apoyo incondicional, por demostrarme que la familia siempre permanecerá unida a pesar de todo, por formarme con valores éticos, morales y espirituales. Y como olvidarme de esa persona especial que casi durante toda mi vida Universitaria me acompañó, demostrándome su amor, apoyo y confianza en todas las metas que me eh propuesto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Pág.

Contenido	
CAPÍTULO I.....	i
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	3
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	5
2.2.1. Trichoderma harzianum	5
2.2.2. Bacillus	7
2.2.3. Mulch.....	7
2.2.3.1. Beneficios de aplicar el mulch apropiado	8
2.2.3.2. Efectos del mulch.....	8
2.2.3.3. Vicia	9
2.2.3.3.1. Clasificación taxonómica	9
2.2.3.3.2. Descripción	9
2.2.3.3.3. Importancia	9
2.2.3.4. Avena	9
2.2.3.4.1. Clasificación taxonómica	9
2.2.3.4.2. Descripción:	10
2.2.3.4.3. Importancia	10
2.2.4. Mildiu (Bremia lactucae).....	10
2.2.4.1. Daños	12
2.2.5. Cultivo de lechuga.....	12
2.2.5.1. Morfología	13
2.2.5.2. Descripción botánica.....	13
2.2.5.2.1. Raíz	13
2.2.5.2.2. Tallo	13
2.2.5.2.3. Hojas	14
2.2.5.2.4. Semillas	14
2.2.5.3. Requerimientos	14
2.2.5.3.1. Temperatura	14
2.2.5.3.2. Humedad relativa	14
2.2.5.3.3. Suelos	15
CAPÍTULO III.....	16

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	16
3.1. HIPÓTESIS.....	16
3.2. OBJETIVOS	16
CAPÍTULO IV.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	17
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	17
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	18
4.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	19
4.5. TRATAMIENTOS.....	19
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	20
4.7. VARIABLES RESPUESTA.....	21
4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	25
CAPÍTULO V	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN.....	26
5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO	44
5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	47
CAPÍTULO VI.....	48
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	48
6.1. CONCLUSIONES	48
6.2. RECOMENDACIONES.....	49
6.3 BIBLIOGRAFÍA	50
CAPÍTULO VII	59
PROPUESTA.....	59
7.1. DATOS INFORMATIVOS.....	59
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	59
7.3. JUSTIFICACIÓN	59
7.4. OBJETIVO	60
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	60
7.6. FUNDAMENTACIÓN	60
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	61
7.8. ADMINISTRACIÓN	62
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	62

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA 1.	TRATAMIENTOS	18
TABLA 2.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS	26
TABLA 3.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS	27
TABLA 4.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS	27
TABLA 5.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS	28
TABLA 6.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN PRODUCTOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 30 DÍAS	29
TABLA 7.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS	31
TABLA 8.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS	32
TABLA 9.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS	33
TABLA 10.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15 Y 30 DÍAS	33
TABLA 11.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN PRODUCTOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15	

	Pág.
y 30 DÍAS	34
TABLA 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA	36
TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA	37
TABLA 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA	37
TABLA 15. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA	38
TABLA 16. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO	40
TABLA 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO	41
TABLA 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	41
TABLA 19. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	42
TABLA 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN PRODUCTOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	43
TABLA 21. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares).....	44
TABLA 22. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	45
TABLA 23. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	45
TABLA 24. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%.....	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Esquema del ensayo en el campo	20

RESUMEN

La investigación se realizó en la parroquia Izamba del cantón Ambato, provincia de Tungurahua; con altitud de 2 500 msnm. Las coordenadas geográficas son: 01° 13' 04" de latitud Sur y 78° 35' 20" de longitud Oeste, con el propósito de: evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* más mulch y *Bacillus sp.* más mulch, para el control de mildiu vellosa (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), variedad Vilmorin.

Los tratamientos fueron seis. Se usó el diseño de bloques completamente al azar, en arreglo factorial de 2 x 2 + 2 testigos. Se efectuó el análisis de variancia, pruebas de significación de Tukey al 5% y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5%. El análisis económico se realizó con la metodología de la relación beneficio/costo.

La aplicación de *Trichoderma spp.* + mulch, alcanzó los mejores resultados, con menor porcentaje de incidencia a los 15 días (3,25%), a los 30 días (4,25%) y a los 45 días (5,50%). Menor porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación), como a los 30 días (hasta 10% de afectación) y a los 45 días (hasta 10% de afectación), disminuyendo el tiempo a la cosecha (60,00 días) y alcanzando los más altos rendimientos (69,30 kg/parcela). Igualmente aplicar los productos al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, fue la frecuencia que mejores resultados reportaron, al determinar el menor porcentaje de incidencia a los 15 días (3,00%), como a los 30 días (4,50%) y a los 45 días (6,25%). Así mismo estos tratamientos registraron el menor porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación) y a los 30 días (13,8% de afectación). Se acortaron los días a la cosecha (61,00 días); obteniéndose mayores rendimientos (68,53 kg/parcela).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento P1F2 (*Trichoderma spp.* + mulch, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,64.

Descriptores: *Trichoderma spp.*, *Bremia lactucae*, *Bacillus sp.*, Lechuga, Mulch.

SUMMARY

The research was done in Izamba parish of Ambato canton, Tungurahua province; with 2 500 altitude. The geographic coordinates are: 01° 13 '04" south latitude and 78° 35' 20" West longitude, with the purpose of: evaluating the effect of ¹*Trichoderma spp.* more mulch and *Bacillus sp.* more mulch, for the control of downy ²mildew (*Bremia lactucae*), in lettuce (*Lactuca sativa*), Vilmorin variety.

The treatments were six. The completely randomized block design was used in factorial arrangement of 2 x 2 + 2 controls. We performed the analysis of variance, Tukey significance tests at 5% and Significant Difference tests 5%. The economic analysis was carried out using the methodology of the benefit/cost relationship.

The application of *Trichoderma spp* + mulch reached the best results, with a lower percentage of incidence at 15 days (3,25%), at 30 days (4,25%) and at 45 days (5,50%). Lower percentage of severity at 15 days (up to 10% of affectation), as at 30 days (up to 10% of affectation) and at 45 days (up to 10% of affectation), decreasing the time at harvest (60,00 Days) and reaching the highest yields (69,30 kg/treatment). Also applying the products at the time of transplantation and at 15 days after transplantation was the frequency with the best results reported, with the lowest incidence rate at 15 days (3,00%) and at 30 days (4,50 %) and at 45 days (6,25%). Likewise, these treatments had the lowest percentage of severity at 15 days (up to 10% of affectation) and at 30 days (13,8% of affectation). Days were shortened to harvest (61,00 days); obtaining higher yields (68,53 kg/plot).

From the economic analysis, it was concluded that the treatment P1F2 (*Trichoderma spp* + mulch, at the time of transplantation and 15 days after transplantation), reached the highest cost benefit ratio of 0,64.

Key words: *Trichoderma spp*, *Bremia lactucae*, *Bacillus sp*, Lettuce,

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El “mulching” se traduce habitualmente como acolchado. Es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja (pasto picado), madera triturada, aserrín, cáscara de arroz, plástico o papel, cubriendo el suelo. El uso de “mulch” o acolchado de suelo, surge como una alternativa tecnológica para mejorar la producción de hortalizas, porque además de intensificar la producción (rendimiento, adelanto de cosecha y mejoramiento de la calidad del fruto), permite un ahorro significativo de agua y aumenta la eficiencia del uso de los recursos como mano de obra (Bielinski, 2015).

Dentro de los *Ascomycetes*, se incluyen organismos de gran importancia económica, algunos a manera de patógenos y otros como controladores biológicos (productores de antibióticos y micotoxinas). Dentro de este orden se incluye el género *Hypocrea* que generalmente se ha caracterizado como un agente de control biológico, que actúa sobre hongos patógenos de plantas e insectos (Hidalgo, 1989), además se ha visto que *Trichoderma* spp., ha demostrado tener gran agresividad contra diversos hongos cultivados, principalmente el champiñón, seguido del hongo seta (Domsch, *et ál.*; 1993; Rossman, 1996) citado por (Arenas, 2009).

El género *Bacillus* pertenece a la familia Bacillaceae, es un género que hoy en día incluye más de 60 especies de bacilos. Este género está formado por microorganismos bacilares Gram positivos, formadores de endosporas, quimiheterotrofos que normalmente son móviles y rodeados de flagelos periticos. Son anaerobios o aerobios facultativos son catalasa positivos. Las células bacterianas de este género tienen un amplio tamaño que varía 0,5 a 2,5 μm x 1,2-10 μm . Este género se encuentra comúnmente en suelos y plantas donde tienen un papel importante en ciclo del carbono y el nitrógeno. Son habitantes comunes de aguas frescas y estancadas, son particularmente activos en sedimentos (Koneman, 2001) citado por (Tigmasa, 2014).

En Ecuador hay 1 145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7 928 kg por ha, según el Ministerio de Agricultura. De la producción total, el 70% es de lechuga

criolla, mientras el 30% es de variedades como la roja, la roma o la salad. Las provincias con mayor producción son: Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha). Aunque la producción de lechuga en Ecuador tiene entre siete y ocho variedades, solo una se lleva el 70% del mercado. Así, la lechuga criolla o “repollo” es la elegida por los ecuatorianos (Solagro, 2014).

El mildiu veloso de la lechuga puede aparecer a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Sus ataques son más intensos desde el otoño hasta la primavera, que es cuando suelen presentarse las condiciones adecuadas para el desarrollo de la enfermedad. Cielos nublados, humedad y temperatura alta son factores favorables al desarrollo y expansión de esta enfermedad, causada por el hongo *Bremia lactucae*. La enfermedad aparece en condiciones de humedad relativa alta (mayor de 90%) y temperaturas entre 10-25°C (Syngenta, 2016).

En los últimos años se han hecho muy populares los alimentos llamados orgánicos, demostrando el interés de muchas personas por un cambio positivo en la alimentación y también la desconfianza en la seguridad y producción de los alimentos convencionales. Para algunos, la palabra “orgánico” significa nutritivo, para otros significa alimentos más limpios y seguros; incluso, están quienes entienden por “orgánico” aquellos alimentos producidos sin causar el menor daño posible al aire, la tierra y el agua (Alimentación-Sana, 2015).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según Galeano, Mendez y Urbaneja, (1896) *Trichoderma harzianum* es un hongo que produce un mayor vigor a las plantas tratadas con éste a la vez que le proporciona al cultivo una protección frente a patógenos del suelo. En el presente trabajo, se ha estudiado el efecto la aplicación de *T. harzianum* sobre plantas de semillero de distintos cultivos hortícolas en Almería y Murcia. Las plantas a las que se aplicó *T. harzianum* en la siembra mostraron una fracción radicular y aérea mayor con respecto a las plantas no tratadas, pudiendo hacer frente a condiciones de estrés con mayor éxito que las no tratadas que mostraron un crecimiento menor.

De acuerdo a Zribi, (2011), los materiales de acolchado orgánico provienen de restos animales o vegetales (vivos o muertos), que se forman naturalmente o son aplicados a la superficie del suelo sin ser incorporados al mismo. Se han utilizado diferentes materiales como acolchados, entre ellos residuos de cosecha (Kasirajan y Ngouajio, 2012), estiércol, compost, turba, astillas o virutas de madera, hojas de pino, corteza de árboles, cáscaras de cacao, restos de madera de poda, paja de distintos cereales, cascarilla de cereales y otros residuos vegetales. Estos materiales se descomponen con el tiempo, aportando materia orgánica al suelo

Según Frutos (2015), el estudio se realizó con el propósito de determinar el efecto de la utilización del mulch natural, maíz (*Zea mays L.*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*), vicia (*Vicia sativa L.*), y avena (*Avena sativa L.*) sobre la producción y el control de malezas en brócoli (*Brassica oleracea L.*). Los mejores resultados se obtuvieron al aplicar el mulch de vicia (M2), con un rendimiento de 31,76 t/ha, seguido del mulch de avena con 17,85 t/ha, testigo sin mulch con 13,93 t/ha, maíz con 11,42 t/ha y caña de azúcar con 7,85 t/ha. En relación con los parámetros biométricos, el mulch de vicia (M2) contribuyó a un aumento significativo y favorable en la longitud radicular, volumen radicular, número de hojas, longitud del tallo, calibre del tallo, peso de la pella, diámetro de la pella, días a la aparición de la pella.

Galeas (2014) manifiesta que *Trichoderma harzianum* en el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa*. Como principales resultados se mencionan que *Bremia lactucae* se presentó a los 45 días después del trasplante en los tratamientos E0D2 (Aplicación al trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum*/20 litros de agua) con un 20% de incidencia, E2D2 (Aplicación a los 22 días después del trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum*/20 litros de agua) con un 18% de incidencia y E3D2 (Aplicación a los 42 días después del trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum*/20 litros de agua) con un 14 % de incidencia, estos bajos porcentajes se deben a que las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de la enfermedad no se presentaron en el campo. Se estableció que el tratamiento E0D2 (Aplicación al trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum*/20 litros de agua) obtuvo el mejor peso de cosecha y la mayor utilidad económica.

Méndez, (2014) menciona que *Bremia lactucae* constituye el principal problema epidémico fúngico del cultivo de la lechuga en las áreas de producción de Murcia. Ataca a las plantas en cualquier estado de desarrollo, iniciándose en el semillero, donde pronto coloniza los cotiledones, a medida que maduran. Las infecciones pueden continuarse en post-recolección si quedan esporangios sobre las hojas en el momento de embolsar con plástico las plantas.

De acuerdo a Laemmlen (1988), los conidios de mildiu veloso requieren agua libre en la superficie de la hoja para la germinación e infección. Las nieblas y rocíos pesados que se producen en la costa central proporcionan condiciones óptimas. Procede de colonización cuando las temperaturas son alrededor de 21°C. La esporulación requiere alta humedad relativa. La infección ocurre cuando una espora mildiu (conidio) germina y entra en la lechuga de hoja a través de la penetración directa de las células epidérmicas. La colonización se produce cuando hifas intercelulares del hongo crezca y penetrar nuevas células de las hojas de la lechuga, la utilización de los nutrientes que se encuentran en estas células vegetales. Esta infección sistémica puede proceder rápidamente. Cuando las condiciones climáticas son las adecuadas, la esporulación se produce cuando las hifas se acumulan debajo de la hoja. Los conidióforos que llevan conidios emergen de entre los estomas.

Según Méndez (2014), el hongo puede afectar a otras hortalizas de la familia de las compuestas. Se reproduce de manera sexual dando lugar a oosporas, que son formas de conservación en los restos vegetales contaminados y fuente de variabilidad genética. Las epidemias se producen gracias a la multiplicación del hongo por vía asexual mediante zoosporas encerradas en esporangios formados en fructificaciones arborescentes. La temperatura óptima de desarrollo se sitúa próxima a 15°C, aunque puede crecer a temperaturas entre 2 y 20°C, necesitando de altas humedades para la germinación de los esporangios y para la infección de la planta y viéndose favorecida cuando hay variaciones térmicas entre el día y la noche.

Tigmasa, (2014) menciona que la información obtenida en la investigación dio como resultado que la dosis del producto de 2 ml/l de Bacilux fraccionada en dos aplicaciones a los 21 y 42 días después de la plantación es la mejor alternativa para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Winterhaven siendo ésta la más resistente al ataque de mildiu veloso (*Bremia lactucae*). Además se determinó también que la variedad Winterhaven es la más resistente al ataque de mildiu veloso (*Bremia lactucae*), reportando una media de 36,92% de incidencia a los 36 días después de la plantación, posteriormente la incidencia a los 48 días después de la plantación reporta una media de 38,11%, seguida de una incidencia a los 72 días después de la plantación con una media de 39,55% y finalmente reportándose una media de 50,70% de severidad a los 72 días después de la plantación.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Trichoderma harzianum

El género *Trichoderma* está compuesto por un grupo de especies de hongos saprofitos del suelo y de la madera (Jensen y Wolffhechel, 1995) citado por (Hinojosa, Valero y Mejía, 2009) y es ampliamente conocido por el efecto antagónico contra un amplio rango de fitopatógeno. Debido a su ubicuidad, facilidad de aislamiento y cultivo, crecimiento rápido en un gran número de sustratos, y al hecho de no atacar a las plantas superiores, diferentes especies de *Trichoderma* son utilizadas para el control de hongos patógenos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Colletotrichum*, *Pythium* y *Fusarium*, entre otros (González, et al., 2002)

citado por (Hinojosa, Valero y Mejía, 2009). Los mecanismos de acción de hongos del género *Trichoderma* frente a fitopatógeno son fundamentalmente de tres tipos: competición directa por el espacio, producción de metabolitos antibióticos de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre los hongos fitopatógeno (Sid-Ahmed et al., 2003) citado por (Hinojosa, Valero y Mejía, 2009).

Dentro del género *T. harzianum*, se han diferenciado cuatro formas biológicas: Th1, Th2, Th3y Th4 (Hermosa et ál., 2000). Esto es debido a que dentro de una especie, los principales criterios son el tamaño de la fiálide, forma y distribución pero éstos varían mucho en los agregados y entre las especies. Además, se complica porque en *T. harzianum*, produce dos tipos de esporulación y las proporciones cambian de acuerdo al tiempo de incubación y las condiciones del cultivo (Rifai, 1969) citado por (Arenas, 2009).

A *T. harzianum*, se le puede encontrar en diferentes materiales orgánicos y suelos, están adaptados a diferentes condiciones ambientales lo que facilita su amplia distribución. Algunas especies prefieren localidades secas y templadas y otras templadas y frías. Estos hongos son ampliamente conocidos por su producción de toxinas y antibióticos. Se encuentran diferentes especies y cepas de *T. harzianum*, en el cultivo de hongos comestibles, algunas son inofensivas y otras muy dañinas, por lo que su relación antagónica con los hongos cultivados todavía no está completamente conocida y varía entre especies y cepas (Arenas, 2009).

En el estadio temprano de *T. harzianum*, el color del micelio es blanco y eventualmente desarrolla un color verde oscuro después de la esporulación. Las especies de este género generalmente prefieren un pH ácido de 4,5-5 y, además se desarrolla en áreas con un excesivo contenido de humedad y un estancamiento del bióxido de carbono en la atmósfera. Varios factores genéticos asexuales como la recombinación parasexual, mutación y otros procesos contribuyen a la variación entre los núcleos en un solo organismo (talo). Así, los hongos son altamente adaptables y evolucionan rápidamente (Arenas, 2009).

2.2.2. Bacillus

Los microorganismos del género *Bacillus* son bacilos de gran tamaño (4-10 μm), grampositivos, aerobios estrictos o anaerobios facultativos encapsulados. Una característica importante es que forman esporas extraordinariamente resistentes a condiciones desfavorables. Las especies del género *Bacillus* se clasifican en los subgrupos *B. polymyxa*, *B. subtilis* (que incluye a *B. cereus* y *B. licheniformis*), *B. brevis* y *B. anthracis* (Bartram et al., 2003).

El género *Bacillus*, independientemente de su ubicación taxonómica se encuentra entre los agentes más adecuados para el control biológico debido a cualidades tanto morfológicas como fisiológicas que permiten su ubicación en la naturaleza. Este género además ha tenido mucho éxito en la prevención de patologías vegetales causadas por hongos. Además, produce una gran diversidad de metabolitos, entre los que se destaca: bacteriocinas, antibióticos y enzimas extracelulares (como proteasas y quitinasas), elementos clave en el fenómeno de supresión de patógenos por agentes biológicos. (Mojica M. 2009).

El efecto inhibitorio de las cepas de *B. thuringiensis* en hongos fitopatógenos se puede asociar a la producción de enzimas que pueden actuar contra la pared celular. Esto es debido a que algunas bacterias antagónicas de hongos fitopatógenos producen quitinasas (Asaka y Shoda, 1996). La producción de quitinasas por algunas especies de *Bacillus* con potencial en control biológico, se ha observado que *B. thuringiensis* subsp. *aizawai*, produce quitinasas las cuales son utilizadas contra hongos fitopatógenos ya que atacan su pared celular y, por tanto, inhiben el crecimiento del hongo. (Carreras B. 2011.)

2.2.3. Mulch

El mulch está formado por diversos materiales que se colocan sobre el suelo para mantener la humedad y mejorar las condiciones del mismo. El uso de mulch es una de las mejores prácticas que el dueño de una residencia puede hacer para mantener la salud de sus árboles. El mulch puede reducir la pérdida de agua del suelo, mejorar su

estructura y minimizar el crecimiento de hierbas. Un paisaje puede volverse muy atractivo si el mulch se aplica de manera adecuada; de no ser así, los árboles y demás plantas del jardín pueden sufrir daños significativos si la capa es muy profunda o si se utilizan materiales inapropiados (González, 2015).

Mulching es el proceso de cubrir la capa arable o el suelo fértil con materiales secos como hojas, hierba, ramitas, residuos del cultivo, paja etc. Una cobertura de mulch realza la actividad de los organismos del suelo como lombrices que ayudan a crear una estructura del suelo con bastantes poros grandes y pequeños, a través de los cuales el agua de lluvia fácilmente puede infiltrarse en el suelo, reduciendo así la escorrentía en la superficie; como el mulch se pudre, este aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo (González, 2012).

2.2.3.1. Beneficios de aplicar el mulch apropiado

Ayuda a mantener el suelo húmedo. La evaporación se reduce y la necesidad de regar puede minimizarse. Ayuda a controlar las hierbas. Una capa de 2 a 4 pulgadas (5-10 cm) de grosor de mulch puede reducir la germinación y el crecimiento de las malas hierbas. Actúa como modulador natural de temperatura. El mulch mantiene el suelo más tibio en invierno y más fresco en verano. Diversos tipos de mulch sirven para mejorar la aeración, la estructura del suelo (el agregado de las partículas del suelo) y con el tiempo, el drenaje. Algunos tipos de mulch pueden mejorar la fertilidad del suelo. Una capa de mulch puede inhibir algunas enfermedades en las plantas. Puede darle a las áreas con plantas un acabado uniforme y una apariencia de buen mantenimiento (González, 2015).

2.2.3.2. Efectos del mulch

El “mulch” orgánico, derivados de material de origen vegetal, se descompondrá con el tiempo y enriquecerá y mejorará el suelo. Esto da lugar a la aireación creciente de los suelos pesados o arcillosos y mejoran el movimiento del agua. A su vez, mejora y estabiliza la estructura del suelo (arreglo de las partículas del suelo) reduciendo el impacto de la lluvia, del peso (tránsito sobre el suelo) y de los cultivos, especialmente cuando está húmedo. En el corto tiempo, la compactación del suelo se reduce (González, 2015).

2.2.3.3. Vicia usada en la preparación del mulch

2.2.3.3.1. Clasificación taxonómica

Mondragón (2005), da a conocer la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Vicia
Especie:	sativa

2.2.3.3.2. Descripción

Originaria del centro y sur de Europa y del área mediterránea. Es una planta herbácea, erecta, de vida corta, su tamaño va de 0,3 a 1 m de alto, el tallo es grueso, presenta hojas alternas y a veces denticuladas, su inflorescencia va de una a cuatro flores grandes y vistosas, flores de más de 2 cm de largo. Semillas arias, globosas y negruzcas. Ciclo del cultivo: 5-6 meses.

2.2.3.3.3. Importancia

Se emplea como abono verde reduciendo así el consumo de fertilizantes químicos sin necesidad de afectar al cultivo y a la vez reduce la lixiviación de contaminantes a cuerpos de agua, esta leguminosa es capaz de fijar nitrógeno mediante una simbiosis en sus raíces con bacterias del género *Rhizobium*.

2.2.3.4. Avena usada para le preparación del mulch

2.2.3.4.1. Clasificación taxonómica

Unavarra (2006), da a conocer la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: Avena
Especie: Sativa

2.2.3.4.2. Descripción:

Su origen se data en Asia y Europa Central. Es una planta de raíces reticulares y abundantes, el tallo es grueso y erecto y puede variar de 50 cm a 1 m de altura, las hojas son lanceoladas, planas y alargadas, las flores aparecen en espigas, el fruto es en cariósipide con las glumillas adheridas. Ciclo del cultivo: 5-6 meses.

2.2.3.4.3. Importancia

La avena en anteriores estudios se la destaca por tolerar altas concentraciones de Cu, Cd, Zn muy útil para soportar la contaminación del agua. Debido a que el sistema reticular de la avena es más profundo, tiene la capacidad de aprovechar mejor los nutrientes del suelo, evitando así el uso de grandes cantidades de fertilizantes para su desarrollo.

2.2.4. Mildiu (*Bremia lactucae*)

Clasificación taxonómica:

Reino: Fungi
División: Eumycota
Clase: Oomycete
Orden: Peronosporales
Género: Bremia
Especie: *Bremia lactucae*

El mildiu de la lechuga es una de las enfermedades más frecuentes y más temible de la lechuga, ocasionada por el hongo *Bremia lactucae*. La infección se produce cuando las esporas germinan y entran penetrando directamente las células epidérmicas, también ocurre la entrada a través de los estomas y la colonización se da cuando las hifas intercelulares crecen y penetran nuevas células, usando los nutrientes encontrados en las células de las plantas, de esta manera la infección avanza rápidamente (Tayupanta, 2012).

Las principales enfermedades foliares que afectan al cultivo de la lechuga son principalmente; mildiu y botrytis habiendo otras de menor importancia como antracnosis.

Mildiu es considerado como la enfermedad más impórtate de este cultivo (en campo y en invernadero) en el mundo, estando muy relacionada con las condiciones ambientales (temperaturas bajas con un óptimo de 15°C y una humedad relativa). Esta enfermedad, en determinadas épocas del año, presenta ataques importantes, sobre todo en otoño y primavera y principalmente a finales del invierno, siendo detectada siempre con mayor incidencia sobre las variedades Romana e Leeberg (Sales, 1998).

Sobre las platas jóvenes aparecen lesiones verde-claro que evolucionan hasta el amarilleo, necrosis y muertes de la planta. Las lesiones son angulares y limitadas por nervaduras de la hoja. En las plantas adultas el ataque suele presentarse sobre las hojas más externas. En el envés de estas hojas se pueden ver la presencia de una vellosidad blanquecina formada por la fructificacin del hongo (Sales, 1998).

Esta enfermedad es de importancia en los semilleros y en el campo en condiciones de temperaturas frescas y alta humedad. Se observan áreas irregulares de color verde claro y luego amarillas y necróticas limitadas por las venas de las hojas. Los primeros síntomas comienzan en las hojas viejas. Se observa el crecimiento de un moho blanco lanoso creciendo en la parte inferior de la hoja asociada a estas manchas. En infecciones severas el follaje toma un color marrón y muere. Este hongo sobrevive en residuos de cosecha y las esporas son diseminadas por el viento. Las fuentes principales de infección son la semilla, residuos de cosecha, malezas hospederas y campos cercanos infectados (Wanda y Almodóvar, 2001).

2.2.4.1. Daños

Los primeros síntomas pueden observarse sobre las plántulas que una vez infectadas, se tornan cloróticas, se secan y se mueren prematuramente. En fases más avanzadas del cultivo, los ataques comienzan a partir de la formación del cogollo, apareciendo primero en las hojas externas. Se pueden observar unas manchas con un verde menos intenso que amarillan posteriormente y finalmente se desecan o se pudren. En el envés de la zona atacada se forma un fieltro blanco-harinoso. Los daños pueden ser ya graves en el semillero, donde se forman rodales de infección, sobre todo si la densidad de planta es excesiva. Durante el cultivo causa daños importantes en las hojas exteriores, debiéndose eliminar para su comercialización y evitar podredumbres posteriores. En ataques muy intensos puede afectar también a las hojas interiores, pudiendo provocar la muerte de las plantas. En cualquier caso, la aparición de esta enfermedad reduce la calidad y el rendimiento del cultivo, provocando la aparición de otras pudriciones (Syngenta, 2016).

2.2.5. Cultivo de lechuga

La lechuga es una hortaliza considerada especial, orientada al segmento de mercado gourmet. Este factor es debido a la gran aceptación de la lechuga, que se ha convertido prácticamente en un requerimiento para este tipo de mercado. En los últimos años se ha cultivado bajo invernaderos para su exportación y se han abierto mercados con muy buen potencial en las épocas de ventana comercial. En Ecuador hay 1 145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7 928 kg por ha, según el Ministerio de Agricultura. De la producción total, el 70% es de lechuga criolla, mientras el 30% es de variedades como la roja, la roma o la salad. Las provincias con mayor producción son: Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha). Aunque la producción de lechuga en Ecuador tiene entre siete y ocho variedades, solo una se lleva el 70% del mercado. Así, la lechuga criolla o “repollo” es la elegida por los ecuatorianos (Solagro. 2014).

La lechuga es un alimento que aporta muy pocas calorías, alto porcentaje de agua (90–95%), vitaminas (folatos, provitaminas A o beta-caroteno y cantidades apreciables de vitamina C estas dos últimas con acción antioxidantes, relacionadas con la prevención

de enfermedades cardiovasculares e incluso ciertos tipos de cáncer), minerales (potasio, magnesio) y fibra (necesaria para el buen funcionamiento intestinal). Las hojas externas de color más oscuro son las más nutritivas que las blanquecinas de interior (Tayupanta, 2012).

2.2.5.1. Morfología

Según Infoagro (2015), la clasificación científica de la lechuga es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Género: Lactuca
Especie: sativa
Nombre Binomial: *Lactuca sativa*.

2.2.5.2. Descripción botánica

2.2.5.2.1. Raíz

La raíz de la lechuga es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm. Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo a la ramificación a la compactación del suelo (Infoagro. 2015).

2.2.5.2.2. Tallo

El tallo de la lechuga es muy corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capitulo de 15 a 25 (Moroto, et al., 2000).

En todas las especies de lechuga se encuentra un jugo lechoso al interior del tallo; que da el nombre al género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga, que viene de la palabra latina lac, que se refiere a dicho jugo (Infoagro. 2015).

2.2.5.2.3. Hojas

Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos pueden ser lisos, ondulados o aserrados (Infoagro. 2015).

2.2.5.2.4. Semillas

Las semillas de lechuga son de color blanco o negro, pequeño, alargado de aproximadamente 3 mm de largo (Infoagro. 2015).

2.2.5.3. Requerimientos del cultivo de lechuga

2.2.5.3.1. Temperatura

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo, se requieren temperaturas entre 14-18°C por el día y 5-8°C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12°C por el día y 3-5°C por la noche (Casaca, 2015).

2.2.5.3.2. Humedad relativa

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. El problema que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Casaca, 2015).

2.2.5.3.3. Suelos

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar (Casaca, 2015).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Ha = El uso *Trichoderma spp.* + mulch o *Bacillus sp.* + mulch, controla el ataque de mildiu veloso (*Bremia lactuca*) en lechuga.

Ho = El uso *Trichoderma spp.* + mulch o *Bacillus sp.* + mulch no controla el ataque de mildiu veloso (*Bremia lactuca*) en lechuga.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo general

Utilizar mulch, *Trichoderma spp.* y *Bacillus sp.* para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

3.2.2. Objetivos específicos

Evaluar el mulch, *Trichoderma spp.* y *Bacillus sp.* en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) y su efecto sobre *Bremia lactucae*.

Determinar la incidencia y severidad de la *Bremia lactucae* en el cultivo de la lechuga tratado con microorganismos benéficos y mulch.

Determinar la eficiencia económica de los tratamientos.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se llevó a cabo en la propiedad de la señora Elvia Moreta, ubicada en la parroquia Izamba, barrio La Esperanza, perteneciente al cantón Ambato, provincia de Tungurahua; a 12 km al norte del cantón Ambato, con una altitud de 2 500 msnm. Las coordenadas geográficas son: 01° 13' 04" de latitud Sur y 78° 35' 20" de longitud Oeste (sistema de posicionamiento global GPS).

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

4.2.1. Clima

El sistema climático de la Parroquia de Izamba está definido entre ecuatorial mesotérmico seco y semihúmedo. Dentro de la parroquia Izamba podemos identificar un tipo de precipitación que varía entre los 250 a 750 mm y presenta una temperatura que oscila entre los 10 a 16°C (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial Izamba, 2015).

4.2.2. Características del suelo

El 38,59 % de los suelos corresponden al Orden de los Inceptisoles, de Cangahuas duras a 20 cm de profundidad con costra de carbonato, suelo arenoso, negro, arena fina a media, profundo, con manchas de color rojizo y claro, y suelo generalmente saturado de agua, a menos de 1 m. de profundidad. El 80% de los suelos de la parroquia son de uso agrícola. Posee el mejor tipo de suelo apto para todo tipo de cultivo ya sea de ciclo corto o largo, tiene también la aparición de cangagua en ciertos sectores donde ha imperado la erosión. Los principales cultivos agrícolas son: la tomate de árbol, col, lechuga nabo, coliflor, acelga, cilantro, apio, perejil, remolacha, maíz; cebolla (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial Izamba, 2015).

4.2.3. Agua

El agua utilizada proviene del canal Latacunga Salcedo–Ambato, que riegan los cultivos de la mayoría de la parroquia, con un pH de 7,35 (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial Izamba, 2015).

4.2.4. Clasificación ecológica

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge (2000), el sector se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo (bs-MB), en transición con estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Material experimental

El material vegetal utilizado para la investigación fue: plantas de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Vilmorin, para la preparación del mulch se utilizó follaje de vicia (*Vicia sativa*) y follaje de avena (*Avena sativa*). Además los microorganismos *Trichoderma spp.* y *Bacillus sp.*

4.3.2. Equipos y herramientas

Arado, rastra, bomba de mochila de 20 litros, balanza, azadón, pala, rastrillo.

4.3.3. Materiales de oficina

Libreta, computadora, impresora, cámara fotográfica, papel bond, esferográficos, lápiz, borrador.

4.3.4. Materiales varios

Estacas, piola, flexómetro, cuchillo.

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1. Productos (controladores biológicos)

Trichoderma spp + mulch P1

Bacillus sp. + mulch P2

(el mulch consistió en la aplicación de tamo vicia y avena para cobertura del suelo)

4.4.2. Frecuencias de aplicación

Al momento del trasplante F1

Al momento del trasplante y a los 15 días F2

4.4.3. Testigos

Con aplicación de mulch, sin controladores biológicos T1

Sin aplicación de mulch, sin controladores biológicos T2

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron seis como se detalla en la tabla 1.

TABLA 1. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Productos	Frecuencias de aplicación
1	P1F1	<i>Trichoderma spp</i> + mulch	Al trasplante
2	P1F2	<i>Trichoderma spp</i> + mulch	Al trasplante y a los 15 días
3	P2F1	<i>Bacillus sp.</i> + mulch	Al trasplante
4	P2F2	<i>Bacillus sp.</i> + mulch	Al trasplante y a los 15 días
5	T1	(Mulch)	
7	T2	Sin aplicaciones	

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de $2 \times 2 + 2$, con cuatro repeticiones.

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos e interacción y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para los factores productos y frecuencias de aplicación.

El análisis económico de los tratamientos, se realizó siguiendo la metodología de la relación beneficio/costo (RBC).

4.6.1. Características del ensayo

Número de parcelas por tratamiento:	4
Largo de la parcela:	4,00 m
Ancho de la parcela:	3,50 m
Área por parcela:	14,00 m ²
Número de plantas por parcela:	50
Número de plantas/tratamiento:	300
Distancia entre plantas:	0,40 m
Distancia entre hileras:	0,70 m
Número total de parcelas:	24
Número de plantas/total ensayo:	1 200
Superficie total del ensayo:	504,45 m ²
Superficie total de las parcelas:	336,00 m ²
Superficie de caminos :	168,45 m ²

4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo

El esquema de la disposición del ensayo en el campo se presenta en la figura 1.

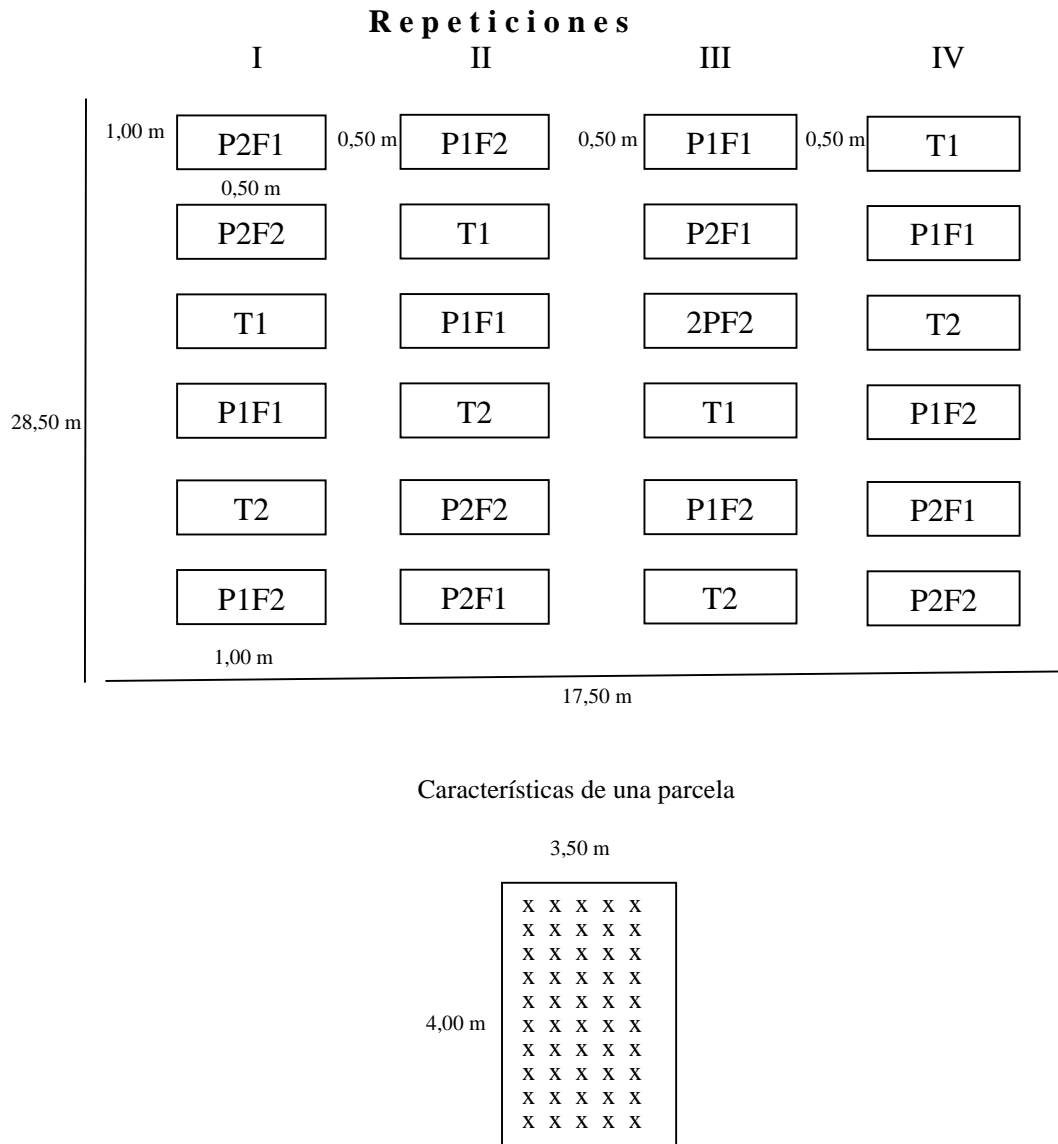


FIGURA 1. Esquema del ensayo en el campo

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1. Porcentaje de incidencia de *Bremia lactucae*

Se determinó el porcentaje de incidencia observando la sintomatología de la presencia del hongo (en hojas afectadas, se presentan coloraciones pardas, los que se necrosan, lo cual afecta a la calidad de la misma), registrando el total de plantas de la

parcela, efectuando lecturas a los 15, 30 y 45 días de la primera aplicación de los productos. Los valores se expresaron en porcentaje, aplicando la fórmula propuesta por Reis (1994):

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

4.7.2. Porcentaje de severidad de *Bremia lactucae*

Se determinó el porcentaje de severidad de Mildiu veloso determinando visualmente las áreas afectas en hojas, los mismos que presentan coloraciones pardas, las que al necrosarse afectan a la calidad de la misma. Las lecturas se efectuaron a los 15, 30 y 45 días de la primera aplicación de los productos, registrando al total de plantas de la parcela. Para la calificación se utilizó la escala de seis grados, detallada a continuación (Moharmed. et ál., 1995):

0	No hay presencia de síntomas
1	10% de afectación
3	25 % de afectación
5	50 % de afectación
7	70 % de afectación
9	100 % de afectación

Donde de:

0 a 1	resistentes
3 a 7	susceptibles
9	altamente susceptibles

4.7.3. Días a la cosecha

Se contabilizaron los días transcurridos desde el trasplante, hasta que el 75% de las plantas de la parcela neta presentaron repollos en estado de madurez comercial.

4.7.4. Rendimiento

Para la evaluación del rendimiento (63 días del trasplante), se registró el peso de los repollos cosechados en el total de plantas de cada parcela (50 plantas). Los valores se expresaron en kilogramos por parcela.

4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

4.8.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se llevó a cabo ocho días antes del trasplante, con ayuda de arado y rastra de discos, dejando el suelo mullido. Posteriormente se niveló manualmente y se realizó el surcado con la ayuda de un azadón.

4.8.2. Diseño de las parcelas

Luego de la preparación del suelo se realizó el diseño de las parcelas, para los tratamientos y repeticiones experimentales utilizando estacas y piola, después se elaboró los surcos separados a 70 cm.

4.8.3. Adquisición de plántulas

Las plántulas de lechuga, variedad Vilmorin, se adquirieron en el sector de Izamba pilonera ANAHI, las mismas que presentaron aproximadamente 35 días de edad.

4.8.4. Colocación del mulch

La colocación del mulch se realizó cuatro días antes del trasplante, donde se expandió el follaje de vicia y avena directamente al terreno, hasta que el suelo quede completamente cubierto. El mulch se obtuvo por carga adquirida en el mercado de hierba de Salcedo.

4.8.5. Riego

El riego fue gravitacional por surcos. El primero se realizó previo al trasplante. El segundo después del trasplante y los posteriores riegos cada ocho días dependiendo de las condiciones climáticas que se presentaron durante el ciclo del cultivo. En total se dieron 14 riegos.

4.8.6. Trasplante

Al momento del trasplante, las plántulas de lechuga variedad Vilmorin, presentaron de 4 a 5 hojas verdaderas. El trasplante se hizo con una distancia de siembra de 40 cm entre planta y 70 cm entre hilera, obteniendo 50 plantas por parcela y un total de 1200 plantas en toda la parcela experimental.

4.8.7. Aplicación de productos controladores biológicos

La aplicación de los productos B5 (*Bacillus spp.*) y Trichotic (*Trichoderma spp.*) se efectuó en dosis de 1 ml/l, aplicando según las frecuencias de aplicación de cada producto. Para tal efecto, se roció la solución sobre el follaje de las plántulas, cubriendo toda la parte vegetativa, utilizando una bomba de mochila.

4.8.8. Control de malezas

La labor de deshierbe se realizó a los 30 días después del trasplante, con la ayuda de un azadón, únicamente en los testigos que no se cubrieron de mulch.

4.8.9. Cosecha

La cosecha se efectuó cuando los repollos presentaron características de madurez comercial, procediendo a cortar en la base de la planta, con la ayuda de un cuchillo y con la utilización de sacos.

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos tomados en el campo, se procesaron utilizando el programa estadístico Infostat (versión libre), con el cual se obtuvo los análisis de variancia y las pruebas de rangos. Para elaborar el cálculo del análisis económico se utilizó el software estadístico Excel 2016.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

5.1.1. Porcentaje de incidencia a los 15, 30 y 45 días

Los resultados obtenidos en los análisis de variancia al evaluar el porcentaje de incidencia a los 15, 30 y 45 días del trasplante, permitieron observar que, existieron diferencias estadísticas altamente significativas a nivel del 1% entre tratamientos en las tres lecturas; indicando que el porcentaje de incidencia en las hojas fue diferente entre los tratamientos sometidos a dos productos para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en dos frecuencias de aplicación (tabla 2). El factor productos (controladores biológicos), reportó significación a nivel del 5% a los 15 días y a nivel del 1% a los 30 y 45 días. El factor frecuencias de aplicación fue altamente significativo en las tres lecturas. La interacción productos por frecuencias reportó significación estadística a nivel del 5% en la lectura a los 30 días; mientras que, la comparación T1 vs. T2 no reportó diferencias en todas las lecturas y la comparación T1+T2 vs. resto, fue altamente significativo en las tres lecturas. Las repeticiones fueron no significativas, por lo que prevalecieron respuestas similares entre las repeticiones de cada tratamiento. Los valores del porcentaje de incidencia van desde 2% hasta 8 %, con promedio general 4,75% a los 15 días; desde 4 % hasta 10 %, con promedio general 6,50% a los 30 días y desde 4 % hasta 12 %, con promedio general de 8,33% a los 45 días, cuyos valores se presentan en los anexos 1, 2 y 3. Los coeficientes de variación fueron de 18,16%, 14,14% y 14,09%, para cada lectura, en su orden, cuyas magnitudes confieren una alta confiabilidad a los resultados reportados.

El menor porcentaje de incidencia se obtuvo en el tratamiento conformado por *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (P1F2), con promedio de 2,50% a los 15 días, 4 % a los 30 días y 5 % a los 45 días, al ubicarse todos ellos en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos (tabla 3); seguido de los tratamientos de *Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante y a los 15 días del trasplante (P2F2), al compartir el primer

rango, con promedios de 3,50% a los 15 días, 5 % a los 30 días y 7,50% a los 45 días y del tratamiento de *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del

TABLA 2. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

Fuente de Variación	Grados de Libertad	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	0,61	0,82 ns	1,11	1,32 ns	0,44	0,32 ns
Tratamientos	5	11,50	15,45**	21,20	25,11 **	25,47	18,48 **
Productos (P)	1	6,25	8,45 *	16,00	19,05 **	42,25	30,62 **
Frecuenc. (F)	1	12,25	16,55**	9,00	10,71 **	12,25	8,88 **
P x F	1	0,25	0,34 ns	4,00	4,76 *	2,25	1,63 ns
T1 vs. T2	1	2,00	2,69 ns	2,00	2,37 ns	0,50	0,36 ns
T1+T2 vs. Resto.	1	36,75	49,37**	75,00	88,82 **	70,00	50,87 **
Error experim.	15	0,74		0,84	, ns	1,38	
Total	23						
Coeficiente de variación. =		18,16%		14,14%		14,09%	
ns = no significativo							
* = significativo al 5%							
** = significativo al 1%							

Trasplante (P1F1) a los 30 días, con promedio de 4,50% de incidencia. Les siguen varios tratamientos que compartieron el primer y segundo rangos con rangos inferiores, observándose en el último lugar, con el mayor porcentaje de incidencia al tratamiento testigo T2 (sin aplicación de mulch, sin controladores biológicos), al ubicarse en el último rango y lugar, con promedios de 7 % a los 15 días, 9,50% a los 30 días y 11 % a los 45 días, respectivamente.

En la evaluación del factor productos (controladores biológicos), con respecto a la incidencia de mildiu vellosa (*Bremia lactucae*) en las hojas del cultivo de lechuga, se estableció que, las plantas que recibieron aplicación del producto *Trichoderma spp* + mulch (P1), reportaron menor incidencia, con promedio de 3,25% a los 15 días, 4,25% a los 30 días y 5,50% a los 45 días, al ubicarse todos ellos en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 4). Mientras que, los

tratamientos que recibieron aplicación de *Bacillus sp.* + mulch (P2), reportaron mayor incidencia de mildiu veloso, con promedio de 4,50% a los 15 días, 6,25% a los 30 días y 8,75% a los 45 días, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

TABLA 3. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

Tratamientos		Promedios (%) y rangos					
No.	Símbolo	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
2	P1F2	2,50	a	4,00	a	5,00	a
4	P2F2	3,50	a	5,00	a	7,50	a
1	P1F1	4,00	ab	4,50	a	6,00	ab
3	P2F1	5,50	bc	7,50	b	10,00	bc
5	T1	6,00	c	8,50	b	10,50	c
6	T2	7,00	c	9,50	b	11,00	c

TABLA 4. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

Productos	Promedios (%) y rangos					
	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
<i>Trichoderma spp</i> + mulch (P1)	3,25	a	4,25	a	5,50	a
<i>Bacillus sp.</i> + mulch (P2)	4,50	b	6,25	b	8,75	b

En referencia al factor frecuencias de aplicación de los productos biológicos, en la evaluación de la incidencia de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en las hojas del cultivo de lechuga, se estableció que, mejores resultados se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos, al momento del trasplante y a los 15 días del

trasplante (F2), con el menor promedio de 3 % a los 15 días, 4,50% a los 30 días y 6,25% a los 45 días, ubicados todos ellos en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 5); mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de los productos únicamente al momento del trasplante (F1), reportaron mayor porcentaje de incidencia, con promedios de 4,75% a los 15 días, 6 % a los 30 días y 8 % a los 45 días, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 5. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

Frecuencias de Aplicación	Promedios (%) y rangos					
	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
Al trasplante y a los 15 días (F2)	3,00	a	4,50	a	6,25	a
Al trasplante (F1)	4,75	b	6,00	b	8,00	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción productos por frecuencias de aplicación, en el porcentaje de incidencia a los 30 días (tabla 6), se observó que la interacción conformada por *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (P1F2), reportó el menor porcentaje de incidencia, con promedio de 4 %, al ubicarse en el primer rango; seguido de la interacción de *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante (P1F1), al compartir el primer rango, con promedios de 4,50% y de la interacción de *Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante y a los 15 días del trasplante (P2F2), con incidencia promedio de 5 %. El mayor porcentaje de incidencia, por su parte, se detectó en la interacción *Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante (P2F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 7,50%.

TABLA 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN PRODUCTOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 30 DÍAS

Interacción	Promedios (%) y rangos	
P x F		
P1F2	4,00	a
P1F1	4,50	a
P2F2	5,00	a
P2F1	7,50	b

Los resultados obtenidos permiten deducir que, los productos orgánicos para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) aplicados en dos frecuencias, en general influyeron significativamente en el control de la enfermedad, por tanto, los tratamientos que recibieron aplicación de los productos, reportaron mejores resultados, por tanto, la incidencia fue menor que lo registrado en los testigos, en los cuales la incidencia fue mucho mayor. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de *Trichoderma spp* + mulch, con el cual las plantas redujeron la incidencia de mildiu en promedio de 1,25% a los 15 días, 2 % a los 30 días y 3,25% a los 45 días, que los tratamientos de *Bacillus sp.* + mulch. Así mismo, con la aplicación de los productos al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, se alcanzaron los mejores resultados, reduciendo la incidencia en promedio de 1,75% a los 15 días, 1,50 a los 30 días y 1,75% a los 45 días, que los tratamientos de la frecuencia (F1). Estos valores permiten inferir que, el mejor tratamiento para reducir significativamente la incidencia de mildiu veloso en el cultivo de lechuga, es la aplicación de *Trichoderma spp* + mulch al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, con lo cual las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, lo que mejoró consecuentemente el crecimiento y desarrollo vegetativo de los tratamientos. Estos resultados pueden deberse a lo citado por Chewurles, J. (2013), quien señala que *Trichoderma spp* es un hongo usado como fungicida. Se utiliza en aplicaciones foliares, para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. Están presentes en casi todos los suelos. Normalmente son los hongos con mayor presencia en ellos. *Trichoderma* ataca, parasita y/o se alimenta de otros hongos. Ha desarrollado

numerosos mecanismos para atacar a otros hongos y a la vez mejorar el crecimiento de las raíces de las plantas. Diferentes cepas de *Trichoderma* han mostrado un buen control de hongos patógenos., por lo que el mejor efecto en el control de mildiu vellosa en el cultivo de lechuga, es utilizar *Trichoderma spp* + mulch aplicando al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante.

5.1.2. Severidad a los 15, 30 y 45 días

Evaluando las respuestas obtenidas en los análisis de variancia correspondientes al porcentaje de severidad a los 15, 30 y 45 días del trasplante, permitieron detectar que, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas a nivel del 1% entre tratamientos en las tres lecturas; indicando que la severidad del ataque de mildiu vellosa (*Bremia lactucae*) a las hojas del cultivo de lechuga, fue estadísticamente diferente entre los tratamientos sometidos a dos productos biológicos para su control (tabla 7). El factor productos (controladores biológicos), reportó significación a nivel del 1% a los 15 días, 30 y 45 días. El factor frecuencias de aplicación fue altamente significativo en los 15 días, significativo a los 30 días y no significativo a los 45 días. Igualmente la interacción productos por frecuencias reportó significación estadística a nivel del 1% a los 15 días, a nivel del 5% a los 30 días y no reportó significación a los 45 días; mientras que, la comparación T1 vs. T2 no reportó diferencias en todas las lecturas y la comparación T1+T2 vs. resto, fue altamente significativo en las tres lecturas. Las repeticiones fueron no significativas, por lo que prevalecieron respuestas similares entre las repeticiones de cada tratamiento. Los valores de severidad van desde 1 hasta 3, con promedio general 1,9 a los 15 días; desde 1 hasta 3, con promedio general 2,2 a los 30 días y desde 1 hasta 5, con promedio general de 2,6 a los 45 días, cuyos valores se presentan en los anexos 4, 5 y 6, respectivamente. Los coeficientes de variación fueron de 21,30%, 21,76% y 29,14%, para cada lectura, en su orden, valores que dotan de adecuada confiabilidad a los resultados evaluados.

Al evaluar los tratamientos, el menor porcentaje de severidad se observó en el tratamiento conformado por *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (P1F2) y en el tratamiento de *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante (P1F1), cuyo valor de 1,

TABLA 7. ANÁLISIS DE VARIANCI A PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

Fuente de Variación	Grados de Libertad	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	0,17	1,00 ns	0,22	1,00 ns	0,17	0,29 ns
Tratamientos	5	4,17	25,00**	3,87	17,40 **	7,77	13,71 **
Productos (P)	1	2,25	16,07**	9,00	40,91 **	12,25	21,49 **
Frecuenc. (F)	1	2,25	16,07**	1,00	4,55 *	0,25	0,44 ns
P x F	1	2,25	16,07**	1,00	4,55 *	0,25	0,44 ns
T1 vs. T2	1	0,00	0,00 ns	0,00	0,00 ns	2,00	3,53 ns
T1+T2 vs. Resto.	1	14,08	84,50**	8,33	37,50 **	24,08	42,50 **
Error experim.	15	0,14		0,22		0,57	
Total	23						

Coefficiente de variación. =

21,30%

21,76%

29,14%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

respectivamente, indica que las plantas presentaron hasta un 10% de afectación, tanto a los 15 días, como a los 30 días y 45 días, al ubicarse todos ellos en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos (tabla 8); seguido de los tratamientos de *Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante y a los 15 días del trasplante (P2F2), que compartieron el primer rango a los 15 y 30 días con valor de 1 (hasta 10% de afectación) y el primero y segundo rangos a los 45 días; con valor de 2,50 (21,25% de afectación). Les siguen varios tratamientos que compartieron rangos inferiores, observándose en el último lugar, con el mayor porcentaje de incidencia al tratamiento testigo T2 (sin aplicación de mulch, sin controladores biológicos), al ubicarse en el último rango y lugar en la prueba, con valores de 3 a los 15 y 30 días (25% de afectación) y valor de 4,50 a los 45 días (37,5% de afectación), respectivamente.

TABLA 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

Tratamientos		Promedios (%) y rangos					
No.	Símbolo	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
2	P1F2	1,00	a	1,00	a	1,00	a
1	P1F1	1,00	a	1,00	a	1,00	a
4	P2F2	1,00	a	2,00	a	2,50	ab
3	P2F1	2,50	b	3,00	b	3,00	bc
5	T1	3,00	b	3,00	b	3,50	bc
6	T2	3,00	b	3,00	b	4,50	c

Para el factor productos (controladores biológicos), con respecto a la severidad de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en las hojas del cultivo de lechuga, se observó que, los tratamientos que recibieron aplicación del producto *Trichoderma spp* + mulch (P1), reportaron menor severidad del ataque del hongo, con valor de 1,00 a los 15 días, 30 y 45 días, que corresponde hasta un 10% de afectación de la enfermedad, respectivamente, todos ellos ubicados en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 9); en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de *Bacillus sp.* + mulch (P2), reportaron mayor severidad del ataque de mildiu veloso, con valores de 1,75% a los 15 días (15,63% de afectación), 2,50% a los 30 días (21,25% de afectación) y 2,75% a los 45 días (23,13% de afectación), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

Examinando el factor frecuencias de aplicación de los productos biológicos, al evaluar la severidad del ataque de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga, se apreció que, los mejores resultados se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (F2), con el menor porcentaje de severidad, valor de 1 (10% de afectación) a los 15 días y 1,5 (13,8% de afectación) a los 30 días, al ubicarse éstos dos valores en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 10); en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de los productos únicamente al momento

del trasplante (F1), reportaron mayor porcentaje de severidad, con valor de 1,75 (16,63% de afectación) a los 15 días y 2 (17,5% de afectación) a los 30 días, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, respectivamente.

TABLA 9. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

Productos	Promedios (%) y rangos					
	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
<i>Trichoderma spp</i> + mulch (P1)	1,00	a	1,00	a	1,00	a
<i>Bacillus sp.</i> + mulch (P2)	1,75	b	2,50	b	2,75	b

TABLA 10. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15 Y 30 DÍAS

Frecuencias de Aplicación	Promedios (%) y rangos			
	A los 15 días		A los 30 días	
Al trasplante y a los 15 días (F2)	1,00	a	1,50	a
Al trasplante (F1)	1,75	b	2,00	b

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción productos por frecuencias de aplicación, en la evaluación del porcentaje de severidad a los 15 y 30 días, se detectaron dos rangos de significación en las dos lecturas (tabla 11). La menor severidad se estableció en la interacción de *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (P1F2) y en la interacción *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante (P1F1), cuyo valor de

1, respectivamente, indica que las plantas presentaron hasta un 10% de afectación, tanto a los 15 días, como a los 30 días, al ubicarse todos ellos en el primer rango; seguido de los tratamientos de *Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante y a los 15 días del trasplante (P2F2), que compartieron el primer rango, con valor de 1 (hasta 10% de afectación) a los 15 días y 2 (17,75% de afectación) a los 30 días. El mayor porcentaje de incidencia, por su parte, se detectó en la interacción *Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante y a los 15 días del trasplante (P2F2), con valores de 2,50 (21,25% de afectación) a los 15 días y 3 (25% de afectación) a los 30 días, al ubicarse estos dos valores en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN PRODUCTOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15 y 30 DÍAS

Interacción P x F	Promedios (%) y rangos			
	A los 15 días		A los 30 días	
P1F2	1,00	a	1,00	a
P1F1	1,00	a	1,00	a
P2F2	1,00	a	2,00	ab
P2F1	2,50	b	3,00	b

Analizando los resultados obtenidos, se puede deducir que, la aplicación de los productos orgánicos para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en dos frecuencias, en general influenciaron favorablemente en el control de mildiu veloso, por cuanto, los tratamientos que lo recibieron, en general experimentaron menor severidad del ataque que los testigos. Es así que, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de *Trichoderma spp* + mulch, con el cual las plantas redujeron la severidad de mildiu tanto a los 15 días, como a los 30 y 45 días, que los tratamientos de *Bacillus sp.* + mulch. Igualmente, con la aplicación de los productos al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, se redujo la severidad a los 15 días, como a los 30 días y 45 días, que los tratamientos de la frecuencia (F1); lo que demuestra

que, la aplicación de *Trichoderma spp* + mulch al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, es el tratamiento apropiado para reducir significativamente la severidad del ataque de mildiu veloso, en el cultivo de lechuga, cuyas plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, se desarrollaron mejor, lo que mejoró la producción y la productividad del cultivo. Estos resultados pueden deberse a lo citado por Biológicos y ecológicos. (2016), que *Trichoderma spp.* utiliza al patógeno como alimento para su antagonista. Secreta enzimas (celulasas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas) que ayudan a disolver la pared celular de las hifas del huésped, facilitando la inserción de estructuras especializadas y del micelio de *Trichoderma*, los que se encargan de absorber los nutrientes del interior del hongo huésped. Al final el micelio del hongo parasitado queda vacío y con perforaciones provocadas por la inserción de las estructuras especializadas de *Trichoderma*. También produce Antibiosis, que es la producción de sustancias tóxicas para otros microorganismos, las cuales actúan en bajas concentraciones.

5.1.3. Días a la cosecha

La evaluación estadística de los días transcurridos desde el trasplante hasta la cosecha de los repollos, registrado en cada tratamiento sometido a dos productos biológicos para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) a las hojas del cultivo de lechuga, permitió destacar que existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, indicando que los días a la cosecha fueron distintos entre los tratamientos evaluados (tabla 12). El factor productos (controladores biológicos), reportó significación a nivel del 1%, como también el factor frecuencias de aplicación; en tanto que, la interacción productos por frecuencias reportó ausencia de significación estadística. La comparación T1 vs. T2 no reportó diferencias; no así la comparación T1+T2 vs. resto, que fue altamente significativo. Las repeticiones fueron no significativas, lo que demuestra que el diseño experimental fue bien elegido, al encontrar similitud entre los valores de repeticiones de cada tratamiento. Los días a la cosecha va de desde 59,00 días hasta 67,00 días, con promedio general de 63,83 días, cuyos valores se registran en el anexo 7. El coeficiente de variación fue de 2,06%, cuya magnitud dota de una adecuada confiabilidad a los resultados encontrados.

TABLA 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	2,00	0,67	0,38 ns
Tratamientos	5	227,33	45,47	26,23 **
Productos (P)	1	81,00	81,00	46,82 **
Frecuenc. (F)	1	25,00	25,00	14,45 **
P x F	1	1,00	1,00	0,58 ns
T1 vs. T2	1	0,00	0,00	0,00 ns
T1+T2 vs. resto.	1	120,33	120,33	69,42 **
Error experim.	15	26,00	1,73	
Total	23	255,33		

Coefficiente de variación = 2,06%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Los tratamientos más precoces a la cosecha fueron aquellos que se aplicó *Trichoderma spp* + mulch, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (P1F2), al cosecharse a los 59 días de promedio, ubicado en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos (tabla 13); seguido de los tratamientos de *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante (P1F1), que compartió el primero y segundo rangos, con promedio de 61,00 días. El resto de tratamientos compartieron rangos inferiores, observándose en el último lugar, con el mayor promedio de 67,00 días al tratamiento testigo T2 (sin aplicación de mulch, sin controladores biológicos) y al tratamiento testigo T1 (con aplicación de mulch, sin controladores biológicos), al compartir el cuarto rango, siendo lo más tardíos a la cosecha, respectivamente.

TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo	(días)	
2	P1F2	59,00	a
1	P1F1	61,00	ab
4	P2F2	63,00	bc
3	P2F1	66,00	cd
5	T1	67,00	d
6	T2	67,00	d

En relación al factor productos (controladores biológicos), en la evaluación de los días transcurridos desde el trasplante hasta la cosecha de los repollo, se observó que, los tratamientos que recibieron aplicación del producto *Trichoderma spp* + mulch (P1), reportaron mejores resultados, al ser más precoces a la cosecha, con promedio de 60 días, ubicado en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 14); en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de *Bacillus sp.* + mulch (P2), fueron más tardíos a la cosecha, con promedio de 64,50 días, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA

Productos	Promedios (días) y rangos
<i>Trichoderma spp</i> + mulch (P1)	60,00 a
<i>Bacillus sp.</i> + mulch (P2)	64,50 b

En cuanto al factor frecuencias de aplicación de los productos biológicos, para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga, en la evaluación

de los días a la cosecha de los repollos, se apreció que, la cosecha fue más precoz en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (F2), cosechándose a los 61 días de promedio, al ubicarse en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 15); mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de los productos únicamente al momento del trasplante (F1), fueron más tardíos a la cosecha, con promedio de 63,50 días, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 15. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA

Frecuencias de Aplicación	Promedios (días) y rangos	
Al trasplante y a los 15 días (F2)	61,00	a
Al trasplante (F1)	63,50	b

Examinando los días transcurridos desde el trasplante a la cosecha de los repollos, se puede deducir que, la aplicación de los productos orgánicos para el control de mildiu vellosa (*Bremia lactucae*) en dos frecuencias, en general influenciaron favorablemente en el control de mildiu vellosa, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación de los productos, en general experimentaron mejores resultados que los testigos, los cuales no recibieron aplicación. Mayor precocidad a la cosecha se obtuvo con la utilización de *Trichoderma spp* + mulch, con la cual, el tiempo a la cosecha se redujo en promedio de 4,50 días, que los tratamientos de *Bacillus sp.* + mulch. Así mismo, con la aplicación de los productos al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, se alcanzaron los mejores resultados, reduciendo los días a la cosecha en promedio de 2,50 días, que los tratamientos de la frecuencia (F1). Estos resultados, permiten inferir que, con la aplicación de *Trichoderma spp* + mulch al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, se reduce significativamente los días a la cosecha, lo que es bueno, por cuanto las plantas a más de presentar mejores características con el control de mildiu vellosa, mejoran la calidad de las pellas. Según

Yarani P. (2016), el uso de *Trichoderma spp.* como control biológico en distintas enfermedades de plantas es una alternativa muy eficiente ya que no trae como consecuencias efectos nocivos sobre el ambiente a referencia del control químico que si hace efectos nocivos sobre el ambiente debido a su residualidad ocasiona que se acumule en cuerpos de agua, suelo, plantas y animales; además de que generan resistencia por parte de los fitopatógenos. El *Trichoderma spp.* es utilizado para reducir los daños en enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, está relacionada a su fuerte capacidad competitiva como el fenómeno de antibiosis, en la producción de enzimas líticas, metabolitos secundarios y al mico parasitismo, lo que ocurrió mayormente con la utilización de *Trichoderma spp.* + mulch al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante.

5.1.4. Rendimiento

Mediante el análisis de variancia en la evaluación estadística del rendimiento, registrado en cada tratamiento sometido a la aplicación de dos productos biológicos en dos frecuencias, para el control de mildiu vellosa (*Bremia lactucae*) a las hojas del cultivo de lechuga, permitió destacar que existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, indicando que los rendimientos fueron distintos entre los tratamientos evaluados (tabla 16). El factor productos (controladores biológicos), reportó significación a nivel del 1%, como también el factor frecuencias de aplicación; en tanto que, la interacción productos por frecuencias reportó significación estadística a nivel del 5%. La comparación T1 vs. T2 no reportó diferencias estadísticas altamente significativas; como también la comparación T1+T2 vs. resto. Las repeticiones fueron no significativas, lo que demuestra que el diseño experimental fue bien seleccionado, al encontrar similitud entre los valores de repeticiones de cada tratamiento. Los rendimientos van desde 56,33 kg/parcela hasta 74,65 kg/parcela, con promedio general de 64,69 kg/parcela, cuyos valores se registran en el anexo 8. El coeficiente de variación fue de 3,23%, cuya magnitud confiere alta confiabilidad a los resultados encontrados.

TABLA 16. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	3	13,91	4,64	1,06 ns
Tratamientos	5	441,06	88,21	20,21 **
Productos (P)	1	87,98	87,98	20,18 **
Frecuenc. (F)	1	39,63	39,63	9,09 **
P x F	1	18,75	18,75	4,30 *
T1 vs. T2	1	48,27	48,27	11,06 **
T1+T2 vs. resto.	1	246,43	246,43	56,47 **
Error experim.	15	65,46	4,36	
Total	23	520,43		

Coefficiente de variación = 3,23%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

En relación al rendimiento de pellas, registrado al final del ensayo, se estableció que, los tratamientos donde se aplicó *Trichoderma spp* + mulch, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (P1F2), reportaron los más altos rendimientos, con promedio de 71,96 kg/parcela, al ubicarse en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos (tabla 17); seguido de varios tratamientos que compartieron el segundo rango, con rendimientos que van desde 62,61 kg/parcela hasta 66,64 kg/parcela. El menor rendimiento, por su parte, se observó en el tratamiento testigo T2 (sin aplicación de mulch, sin controladores biológicos), al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, con el menor promedio de 57,70 kg/parcela, en la prueba.

Analizando el factor productos (controladores biológicos), con respecto a la evaluación del rendimiento, se encontró que, los tratamientos que recibieron aplicación del producto *Trichoderma spp* + mulch (P1), reportaron mejores resultados, con los más altos rendimientos, promedio de 69,30 kg/parcela, al ubicarse en el primer

rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 18); mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de *Bacillus sp.* + mulch (P2), reportaron menor rendimiento, con promedio de 64,61 kg/parcela, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo	(kg/parcela)	
2	P1F2	71,96	a
1	P1F1	66,64	b
4	P2F2	65,10	b
3	P2F1	64,12	b
5	T1	62,61	b
6	T2	57,70	c

TABLA 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR PRODUCTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Productos	Promedios (kg/parcela) y rangos
<i>Trichoderma spp</i> + mulch (P1)	69,30 a
<i>Bacillus sp.</i> + mulch (P2)	64,61 b

En referencia al factor frecuencias de aplicación de los productos biológicos, para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga, en la evaluación estadística del rendimiento, se observó que, el rendimiento fue mejor en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (F2), con el mayor promedio de 68,53 kg/parcela, ubicado en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% (tabla 19). Los

tratamientos que recibieron aplicación de los productos únicamente al momento del trasplante (F1), por su parte, reportaron menor rendimiento, con promedio de 65,38 kg/parcela, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 19. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Frecuencias de Aplicación	Promedios (kg/parcela) y rangos	
Al trasplante y a los 15 días (F2)	68,53	a
Al trasplante (F1)	65,38	b

Para la interacción productos por frecuencias de aplicación al evaluar el rendimiento, la prueba de significación de Tukey al 5% separó los promedios en dos rangos de significación (tabla 20). El mayor rendimiento se obtuvo en la interacción *Trichoderma spp* + mulch, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante (P1F2), con promedio de 71,96 kg/parcela, al ubicarse en el primer rango; seguido de la interacción *Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante (P1F1), con promedio de 66,64 kg/parcela, que compartió el primero y segundo rangos. El menor rendimiento, por su parte, se observó en la interacción *Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante (P2F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con el menor promedio de 64,12 kg/parcela.

La evaluación estadística del rendimiento, permite deducir que, la aplicación de los productos orgánicos para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en dos frecuencias, influyeron significativamente en el control, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación, en general experimentaron menor incidencia y severidad de la enfermedad, por lo que las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, produjeron rendimientos más altos, que lo obtenido en los testigos. Los mejores resultados se alcanzaron con la aplicación de *Trichoderma spp* + mulch, con el cual las plantas incrementaron el rendimiento en promedio de 4,69 kg/parcela, que los tratamientos de *Bacillus sp.* + mulch. Así mismo, con la aplicación de los

TABLA 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN PRODUCTOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Interacción	Promedios (kg/parcela) y rangos	
P x F		
P1F2	71,96	a
P1F1	66,64	ab
P2F2	65,10	b
P2F1	64,12	b

productos al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, se obtuvo el mejor rendimiento, superando en promedio de 3,15 kg/parcela, que los tratamientos de la frecuencia (F1); lo que permite inferir que, la aplicación de *Trichoderma spp* + mulch al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, es el tratamiento adecuado para reducir significativamente la incidencia y severidad de mildiu en el cultivo de lechuga, como la manifestado por Martínez B, Infante D y Reyes Y. (2016), que *Trichoderma* produce micoparasitismo, lo que puede detectar a distancia a sus posibles hospedantes, se adhiere y enrollamiento por un azúcar de la pared del antagonista con una lectina presente en la pared del patógeno, produce enzimas líticas extracelulares, fundamentalmente quitinasas, glucanasas y proteasas, que degradan las paredes celulares del patógeno y posibilitan la penetración de las hifas de *Trichoderma*, lo que concluye con la pérdida del contenido citoplasmático de la célula hospedante, mostrando síntomas de disgregación, por lo que la incidencia y severidad de mildiu vellosa fue significativamente menor.

5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para evaluar la rentabilidad de la aplicación de dos productos, en dos frecuencias, para el control de mildiu vellosa (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga variedad Vilmorin, se determinaron los costos de producción del ensayo en 504,45 m² que constituyó el área de la investigación (tabla 21), considerando entre

otros los siguientes valores: \$ 126 para mano de obra, \$ 192,40 para costos de materiales, dando el total de \$ 318,40.

TABLA 21. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)

Labores	Mano de obra			Materiales			Costo unit. \$	Sub total \$	Costo total \$
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.			
Arriendo del lote				Lote		1,00	40,00	40,00	40,00
Preparación del terreno				Tractor	horas	1,00	10,00	10,00	10,00
Diseño de parcelas	2,00	6,00	12,00	Azadón	día	1,00	0,50	0,50	12,50
				Piola	unid.	1,00	1,00	1,00	1,00
				Flexómetro	día	1,00	0,50	0,50	0,50
Adquisic. de plántulas	1,00	6,00	6,00	Plántulas	unid.	1200,00	0,02	24,00	30,00
Colocación del mulch	2,00	12,00	24,00	Vicia y Avena	carga	60,00	1,50	90,00	114,00
Riego	7,00	6,00	42,00	Azadón	día	7,00	0,25	1,75	43,75
Trasplante	2,00	6,00	12,00	Barra	día	1,00	0,50	0,50	12,50
				Plantas	unid.	1200,00	0,01	12,00	12,00
Aplicación de Productos	1,00	12,00	12,00	Bomba	día	1,00	5,00	5,00	17,00
				Trichotic	ml	35,00	0,01	0,49	0,49
				Custombio B5	ml	35,00	0,03	0,91	0,91
Control de malezas	1,00	6,00	6,00	Azadón	día	1,00	0,25	0,25	6,25
Cosecha	2,00	6,00	12,00	Cuchillo	día	1,00	0,50	0,50	12,50
				Sacos	unid.	20,00	0,20	4,00	4,00
				Piola	unid.	1,00	1,00	1,00	1,00
Total			126,00					192,40	318,40

La tabla 22, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por los diferentes precios de cada uno de los productos, como también por las frecuencias de aplicación y la aplicación de mulch que recibió cada tratamiento. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de los productos biológicos al cultivo.

La tabla 23, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se obtuvo mediante la venta total de los repollos cosechados en cada tratamiento, considerando el precio de un kilogramo de lechuga en \$ 0,35, para los

tratamientos que recibieron aplicación de productos, por ser repollos de mayor calidad y el precio de \$ 0,20 para los testigos, por ser repollos con mayor afectación de mildiu vellosos., considerando así mismo la época en que se sacó a la venta.

TABLA 22. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Costo de mano de obra (\$)	Costos de materiales (\$)	Costo de la aplicación de los productos biológicos (\$)	Costo total (\$)
P1F1	21,90	16,00	19,14	57,04
P1F2	23,90	16,00	20,28	60,18
P2F1	21,90	16,00	18,83	56,73
P2F2	23,90	16,00	19,67	59,57
T1	19,80	16,00	18,00	53,80
T2	15,00	16,00	0,00	31,00

TABLA 23. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg/parcela)	Precio de un kg de lechuga \$	Ingreso total \$
P1F1	266,57	0,35	93,30
P1F2	287,82	0,35	100,74
P2F1	256,47	0,35	89,76
P2F2	260,40	0,35	91,14
T1	250,45	0,20	50,09
T2	230,80	0,20	46,16

Con los valores de costos e ingresos por tratamiento se calcularon los beneficios netos actualizados, encontrándose valores positivos en la mayoría de los tratamientos analizados, donde los ingresos superaron a los costos. La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 11% anual y considerando los dos meses y una semana que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento P1F2 (*Trichoderma spp* + mulch, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante), alcanzó la mayor relación

beneficio costo de 0,64, donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,64 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (tabla 24).

TABLA 24. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%

Tratamiento	Ingreso total	Costo total	Factor de actual.	Costo total actual.	Beneficio neto actual.	RBC
P1F1	93,30	57,04	0,9774	58,36	34,94	0,60
P1F2	100,74	60,18	0,9774	61,58	39,16	0,64
P2F1	89,76	56,73	0,9774	58,05	31,72	0,55
P2F2	91,14	59,57	0,9774	60,95	30,19	0,50
T1	50,09	53,80	0,9774	55,05	-4,96	-0,09
T2	46,16	31,00	0,9774	31,72	14,44	0,46

$$\text{Factor de actualización } Fa = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a Noviembre del 2016

Período $n =$ dos meses y una semana de duración del ensayo

$$\text{RBC} = \frac{\text{Beneficio neto actualizado}}{\text{Costo total actualizado}}$$

5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en la aplicación de dos productos, en dos frecuencias, para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga variedad Vilmorin, permiten aceptar la hipótesis alternativa (H_a), por cuanto, con el empleo de *Trichoderma spp.* + mulch, se obtuvieron plantas con menor incidencia y severidad de mildiu veloso, por lo que controló mejor el embate de la enfermedad, obteniéndose consecuentemente mejores rendimientos, especialmente si se aplica al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Aplicación de *Bacillus sp.* + mulch y *Trichoderma spp.* + mulch, para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Con la utilización del producto controlador biológico *Trichoderma spp* + mulch (P1), se obtuvieron los mejores resultados, al controlar mejor el ataque de mildiu veloso en el cultivo de lechuga, variedad Vilmorin, al registrarse menor porcentaje de incidencia a los 15 días (3,25%), como a los 30 días (4,25%) y a los 45 días (5,50%). Se estableció así mismo menor porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación), como a los 30 días (hasta 10% de afectación) y a los 45 días (hasta 10% de afectación), disminuyendo el tiempo a la cosecha de repollos (60 días) y alcanzando los más altos rendimientos (69,30 kg/parcela); por lo que es el producto biológico apropiado para disminuir el ataque de mildiu, incrementándose la calidad del repollo, practicando la agricultura limpia, sin el uso de agroquímicos, conservando consecuentemente el medio ambiente.

Aplicar los productos biológicos al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, fue la frecuencia que mejores resultados reportó, al detectarse el menor porcentaje de incidencia de mildiu veloso a los 15 días (3 %), como a los 30 días (4,50%) y a los 45 días (6,25%). Así mismo estos tratamientos registraron el menor porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación) y a los 30 días (13,8% de afectación). Se acortaron los días a la cosecha (61 días); obteniéndose consecuentemente mayores rendimientos (68,53 kg/parcela); siendo la frecuencia apropiada para reducir el ataque de mildiu, en el cultivo de lechuga.

La interacción P1F2 (*Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante), reportó el menor porcentaje de incidencia a los 30 días (4,00%), el menor porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación) y a los 30 días (hasta 10% de afectación), obteniéndose los mejores rendimientos (71,96

kg/parcela). La interacción P1F1 (*Trichoderma spp* + mulch, aplicado al momento del trasplante), se destacó especialmente en el porcentaje de incidencia a los 30 días (4,50%) y en el porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación) y a los 30 días (hasta 10% de afectación); y, la interacción P2F2 (*Bacillus sp.* + mulch aplicado al trasplante y a los 15 días del trasplante), especialmente en el porcentaje de incidencia a los 30 días (5 %) y en el porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación) y a los 30 días (17,5% de afectación).

El testigo (T1), cuyas plantas se desarrollaron únicamente con aplicación de mulch, experimentaron mayor porcentaje de incidencia de mildiu veloso, tanto a los 15 días (6 %), como a los 30 días (8,50%) y a los 45 días (10,50%). Similarmente, el porcentaje de severidad a los 15 días fue significativamente mayor (25% de afectación), como a los 30 días (25% de afectación) y a los 45 días (31,25% de afectación). Los días a la cosecha se prolongaron (67 días) y el rendimiento fue de 62,61 kg/parcela; sin embargo estos valores superaron a lo obtenido con el testigo (T2), que no recibió aplicación de productos y mulch, al reportar el mayor porcentaje de incidencia a los 15 días (7 %), a los 30 días (9,50%) y a los 45 días (11 %). El más alto porcentaje de severidad a los 15 días (25 % de afectación) a los 30 días (25 % de afectación) y a los 45 días (43,75% de afectación) y el menor rendimiento (57,70 kg/parcela); lo que justifica la utilización de los productos controladores biológicos.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento P1F2 (*Trichoderma spp* + mulch, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,64, donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,64 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

6.2. RECOMENDACIONES

Para reducir el ataque de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), variedad Vilmorin , aplicar el producto biológico *Trichoderma spp* + mulch, al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó, en prácticamente todas las variables analizadas, consiguiéndose repollos de mayor calidad, consecuentemente se

alcanzó el mayor rendimiento, mejorando los niveles de producción y productividad del cultivo, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo. Estos resultados han permitido el diseño de la propuesta adjunta.

6.3 BIBLIOGRAFÍA

Alimentación sana. (2015). Alimentacion-Sana.org. Recuperado de: <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/organicos1.htm>.

Asaka O. y Shoda M. (1996). Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis*. RB 14. Appl Environ Microbiol 62:4081- 4085.

Arenas, R. (2009). Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. Revista Colombiana de Biotecnología. 11(2).

Bartram, J. (2003). Heterotrophic plate counts and drinking-water safety: the significance of HPCs for water quality and human health. Serie de la OMS Emerging Issues in Water and Infectious Disease. Londres (Reino Unido), IWA Publishing.

Bielinski, M. (2015). Producción de hortalizas en ambientes protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. Horticulture ucdavis.

Biológicos y Ecológicos. (2016). Productos para el control biológico de enfermedades. En línea. Consultado el 6 de octubre del 2016. Disponible en <http://www.biologicosyecologicos.com/productos/para-el-control-biologico-de-enfermedades.html>.

Carreras B. (2011). Aplicaciones de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* en el control de fitopatógenos. Ciencias y Tecnologías agropecuarias. Revista Corpoica. 12(2), 129 -133.

Casaca, A. (2015). El cultivo de lechuga. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola. SAG. El Salvador. 22 p.

Chewurles, J. (2013). *Trichoderma-harzianum*. En línea. Consultado el 9 de noviembre del 2016. Disponible en <http://juliochewurlescuintla.blogspot.com/2013/02/trichoderma-harzianum.html>

Domsch, K. H., W.; Anderson, T. (1993). *Compendium of soil fungi*. IHV-Verlag, 859 p.

Frutos, V. (2015). Efecto de la utilización del mulch natural, maíz (*Zea mays L.*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*), vicia (*Vicia sativa L.*), y avena (*Avena sativa L.*) sobre la producción del brócoli (*Brassica oleracea L.*) en el campus Querochaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tesis de grado. Universidad técnica de Ambato. Ambato. 89 p.

Galeano, M., F.; Mendez, D.; Urbaneja, F. (1996). Efecto de *Trichoderma harzianum* sobre cultivos hortícolas. Koppert biological systems. 2-11.

Galeas, M. (2014). Determinar la eficiencia de *Trichoderma harzianum* EN EL control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa*". Tesis de maestría. Universidad Técnica de Ambato. Ambato.

González, G. (2012). Mulch (acolchado, mantillo). Permacultura.org.mx. recuperado de <http://www.permacultura.org.mx/es/reporte/mulch-acolchado-mantillo/>.

González, S. (2015). Técnicas apropiadas para aplicar el mulch. International Society of Arboriculture. ISA. Universidad de Puerto Rico.

González, et al., (2002). Comparación de dos métodos para la selección de aislamientos de *Trichoderma* para el combate biológico de *Fusarium* y *Rhizoctonia* en clavel. Tesis para optar por el grado de Licenciado en Agronomía. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 89 p.

Hinojosa, J.; Valero, N.; Mejía, L. (2009). Comparación de dos métodos para la selección de aislamientos de *Trichoderma* para el combate biológico de *Fusarium* y

Rhizoctonia en clavel. Tesis para optar por el grado de Licenciado en Agronomía. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 89 p.

Holdridge, L. (2000). Ecología basada en zonas de vida. *quinta*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Obtenido de http://books.google.com.ec/books?id=m3Vm2TCjM_MC&pg=PA8&dq=clasificaci%C3%B3n+de+Holdridge&hl=es&sa=X&ei=58VjU4DSE63fsATum4CgDw&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=clasificaci%C3%B3n%20de%20Holdridge&f=fal.

Infoagro. (2015). Cultivo de lechuga. AGRI-NOVA Science. Recuperado de <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>.

Koneman. E. W. (2001). Diagnostico microbiológico: Texto y atlas de color. Quinta Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.

Laemmlen, F. (1988). Downy mildew of lettuce (*Bremia lactucae*). Department of Pesticide Regulation, Pest Management Analysis and Planning Program, and the U.S. Environmental Protection Agency.

Layton, C.; Maldonado, E. (2011). *Bacillus spp.*; perspectiva de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos. NOVA. Bogotá D.C.

Martínez B, Infante D y Reyes Y. (2016). *Trichoderma* para el control de enfermedades en las plantas. En línea. Consultado 25 de noviembre del 2016. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001.

Méndez, C. (2014). Estudio de plagas y enfermedades en el cultivo de lechuga. (Tesis de grado). Murcia, España. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4653/pfc5880.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Moharmed, F.; Bardin, M.; Nicot, P.; Pitrat, M. (1995). Causal agents of powdery mildew of cucurbits in Sudán. *Plant Diseases*. 9: 634-636.

Mondragón, J. (2005). Cultivo de vicia. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/-malezasmexico/fabaceae/viciasativa/fichas/ficha.htm>.

Moroto, J. V.; Gómez, A. M.; Soria, C. B. (2000). La lechuga y la escarola. Edc. Mundi-prensa, Madrid.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial Izamba. (2015). GAD Izamba. Recuperado de: http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1865015430001_PDyOT%20IZAMBA%2018_31-10-2015_18-09-59.pdf.

Mojica M. (2009). Control biológico de la marchitez del chile (*Capsicum annum* L.) por *Bacillus thuringiensis*. En línea. Consultado 20 de marzo del 2017. Disponible en:http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185156572009000200004&script=sci_arttext&tlng=en

Rifai, M. A. (1969). A revision of the genus *Trichoderma*. *Mycological Papers*, 116: 1156.

Reis, H. (1994). Patometría. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/jesummamani961/patometria-incidencia-y-severidad>.

Sales, J. (1998). Enfermedades fúngicas de la lechuga en España. Producción vegetal. Universidad Politécnica de Valencia. *Vida Rural*. 77-79 pp.

Sid- Ahmed et al.,(2003). Citado por Hinojosa, Valero y Mejía. 2009. Comparación de dos métodos para la selección de aislamientos de *Trichoderma* para el combate biológico de *Fusarium* y *Rhizoctonia* en clavel. Tesis para optar por el grado de Licenciado en Agronomía. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 89 pp.

Solagro. (2014). Cultivo de lechuga. Copyright Solagro. Recuperado de <http://www.solagro.com.ec/es/cultivos-2/item/lechuga.html>.

Syngenta. (2016). Cultivo de lechuga. Syngenta Global. Recuperado de: <http://www.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/ensalada/enfermedades/Paginas/bremia.aspx>.

Syngenta. (2016). Mildiu de la lechuga. Recuperado de <http://www.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/ensalada/>.

Tayupanta, V. (2012). Control in vitro de botrytis (*Botrytis cinérea*), Mildiu (*Bremia lactucae*) y esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) en lechuga (*Lactuca sativa*), usando extractos de cola de caballo (*Equisetum arvense*), ortiga (*Urtica dioica* L.), ruda (*Ruta graveolens*) y tomillo (*Thymus vulgaris*). Tesis de grado. Universidad Politécnica Sede Quito. Quito – Ecuador.

Terry, A.; Ruiz, J.; Padrón, H.; Tamara, P. (2011). Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. Cultivos Tropicales, 32(1). 28-37.enfermedades/Paginas/Mildiu.aspx.

Tigmasa, L. E. (2014). Aplicación de bacilux para el control de mildiu vellosa (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedades Winterhaven y Great Lakes en el cantón Ambato. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Wanda, I.; Almodóvar, S. (2001). Enfermedades de la Lechuga. Clínica al día. Colegio de Ciencias Agrícolas.

Yarani P. (2016). Usos del *Trichoderma*. En línea. Consultado el 23 de Noviembre del 2016. Disponible en <http://es.slideshare.net/pradnyarani/trichoderma-march-14th>.

Zribi, W.; Faci, J. M.; Aragüés, R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. Información Técnica Económica Agraria, 107(2), 148-162.

6.4. ANEXOS

ANEXO 1. PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 15 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	4,00
2	P1F2	2,00	2,00	4,00	2,00	10,00	2,50
3	P2F1	6,00	6,00	6,00	4,00	22,00	5,50
4	P2F2	4,00	4,00	4,00	2,00	14,00	3,50
5	T1	6,00	6,00	6,00	6,00	24,00	6,00
6	T2	6,00	8,00	6,00	8,00	28,00	7,00

ANEXO 2. PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 30 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	4,00	6,00	4,00	4,00	18,00	4,50
2	P1F2	4,00	4,00	4,00	4,00	16,00	4,00
3	P2F1	8,00	8,00	8,00	6,00	30,00	7,50
4	P2F2	4,00	6,00	4,00	6,00	20,00	5,00
5	T1	8,00	8,00	10,00	8,00	34,00	8,50
6	T2	10,00	10,00	10,00	8,00	38,00	9,50

ANEXO 3. PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 45 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	6,00	6,00	6,00	6,00	24,00	6,00
2	P1F2	4,00	6,00	4,00	6,00	20,00	5,00
3	P2F1	10,00	10,00	10,00	10,00	40,00	10,00
4	P2F2	8,00	6,00	6,00	10,00	30,00	7,50
5	T1	10,00	10,00	12,00	10,00	42,00	10,50
6	T2	10,00	12,00	12,00	10,00	44,00	11,00

ANEXO 4. PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 15 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
2	P1F2	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
3	P2F1	3,00	3,00	3,00	1,00	10,00	2,50
4	P2F2	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
5	T1	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
6	T2	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00

ANEXO 5. PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 30 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
2	P1F2	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
3	P2F1	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
4	P2F2	3,00	1,00	1,00	3,00	8,00	2,00
5	T1	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
6	T2	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00

ANEXO 6. PORCENTAJE DE SEVERIDAD A LOS 45 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
2	P1F2	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00
3	P2F1	3,00	3,00	3,00	3,00	12,00	3,00
4	P2F2	3,00	1,00	3,00	3,00	10,00	2,50
5	T1	3,00	5,00	3,00	3,00	14,00	3,50
6	T2	5,00	5,00	3,00	5,00	18,00	4,50

ANEXO 7. DÍAS A LA COSECHA

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	59,00	63,00	63,00	59,00	244,00	61,00
2	P1F2	59,00	59,00	59,00	59,00	236,00	59,00
3	P2F1	67,00	67,00	63,00	67,00	264,00	66,00
4	P2F2	63,00	63,00	63,00	63,00	252,00	63,00
5	T1	67,00	67,00	67,00	67,00	268,00	67,00
6	T2	67,00	67,00	67,00	67,00	268,00	67,00

ANEXO 8. RENDIMIENTO (kg/parcela)

Tratamientos		Repeticiones				Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV		
1	P1F1	67,54	67,21	66,76	65,06	266,57	66,64
2	P1F2	71,48	70,77	74,65	70,92	287,82	71,96
3	P2F1	65,73	66,53	60,32	63,89	256,47	64,12
4	P2F2	66,05	68,34	60,41	65,60	260,40	65,10
5	T1	64,61	61,88	61,21	62,75	250,45	62,61
6	T2	56,33	58,03	57,92	58,52	230,80	57,70

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: Aplicación de *Trichoderma spp.* más mulch, para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se planteó en relación a los mejores resultados encontrados en la investigación y en el análisis económico, donde se observó que, la incidencia y severidad del ataque de mildiu veloso en el cultivo se redujo notablemente, con la utilización del producto controlador biológico *Trichoderma spp.* más mulch, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.

7.3. JUSTIFICACIÓN

La bremia de la lechuga puede aparecer a lo largo de todo el ciclo del cultivo. Sus ataques son más intensos desde el otoño hasta la primavera, que es cuando suelen presentarse las condiciones adecuadas para el desarrollo de la enfermedad. Cielos nublados, humedad y temperatura alta son factores favorables al desarrollo y expansión de esta enfermedad, causada por el hongo *Bremia lactucae*. La enfermedad aparece en condiciones de humedad relativa alta (mayor de 90%) y temperaturas entre 10-25°C (Syngenta, 2016).

La lechuga es un alimento que aporta muy pocas calorías, alto porcentaje de agua (90–95%), vitaminas (folatos, provitaminas A o beta-caroteno y cantidades apreciables de vitamina C estas dos últimas con acción antioxidantes, relacionadas con la prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso ciertos tipos de cáncer), minerales (potasio, magnesio) y fibra (necesaria para el buen funcionamiento intestinal). Las hojas externas de color más oscuro son las más nutritivas que las blanquecinas de interior (Tayupanta, 2012).

7.4. OBJETIVO

Aplicar *Trichoderma spp.* más mulch, para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Esta propuesta es factible efectuarla, valorando todos los aspectos técnicos que deben conocerse para llevar adelante un cultivo comercial de lechuga (*Lactuca sativa*), variedad Vilmorin, considerando que los productos biológicos son de fácil adquisición, baratos y de fácil manipuleo, con lo que se conseguirá mejorar los rendimientos del cultivo, con pellas de mejor calidad.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

En los últimos años se han hecho muy populares los alimentos llamados orgánicos, demostrando el interés de mucha gente por un cambio positivo en la alimentación y también la desconfianza en la seguridad y producción de los alimentos convencionales. Para algunos, la palabra “orgánico” significa nutritivo. Para otros significa alimentos más limpios y seguros; incluso, están quienes entienden por “orgánico” aquellos alimentos producidos sin causar el menor daño posible el aire, la tierra y el agua (Alimentación-Sana, 2015).

Las principales enfermedades foliares que afectan al cultivo de la lechuga son principalmente; mildiu y botrytis habiendo otras de menor importancia como antracnosis. Mildiu es considerado como la enfermedad más impórtate de este cultivo (en campo y en invernadero) en el mundo, estando muy relacionada con las condiciones ambientales (temperaturas bajas con un óptimo de 15°C y una humedad relativa). Esta enfermedad, en determinadas épocas del año, presenta ataques importantes, sobre todo en otoño y primavera y principalmente a finales del invierno, siendo detectada siempre con mayor incidencia sobre las variedades Romana e Leeberg (Sales, 1998).

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.7.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se efectuará ocho días antes del trasplante, con ayuda de arado, rastra de discos, dejando el suelo mullido. Posteriormente se nivelará manualmente y se realizará el surcado con la ayuda de azadón, separados a 70 cm entre uno y otro.

7.7.2. Adquisición de plántulas

Las plántulas de lechuga, serán de la variedad Vilmorin, de aproximadamente 35 días de edad.

7.7.3. Colocación del mulch

La colocación del mulch se hará cuatro días antes del trasplante, expandiendo el tamo de vicia y avena directamente en el suelo, hasta que quede completamente cubierto. El mulch se obtendrá por cargas en los mercados de hierbas de sector.

7.7.4. Riego

Los riegos serán gravitacionales por surcos. El primero se realizará previo al trasplante. El segundo después del trasplante y los posteriores riegos cada ocho días dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten durante el ciclo del cultivo.

7.7.5. Trasplante

Al momento del trasplante, las plántulas de lechuga, presentarán de 4 a 5 hojas verdaderas. El trasplante se hará con las distancias de siembra de 40 cm entre planta y 70 cm entre hilera.

7.7.6. Aplicación de productos controladores biológicos

La aplicación de *Trichoderma spp.* se efectuará en dosis de 1 ml/l, aplicando al momento del trasplante y a los 15 días del trasplante. Para tal efecto, se rociará la solución sobre el follaje de las plántulas, cubriendo toda la parte vegetativa, utilizando una bomba de mochila.

7.7.7. Control de malezas

La labor de deshierbe se realizará únicamente si proliferan malezas de entre el mulch.

7.7.8. Cosecha

La cosecha se efectuará cuando los repollos presenten características de madurez comercial, procediendo a cortar en la base de la planta, con la ayuda de un cuchillo y con la utilización de sacos de yute para el embalaje.

7.8. ADMINISTRACIÓN

Esta propuesta se llevará a cabo mediante organizaciones capacitadas, que cuenten con los recursos y el personal técnico apropiado y adiestrado para el manejo del cultivo de lechuga variedad Vilmorin. Las personas responsables del manejo tecnológico del cultivo, deberán entender a satisfacción los requerimientos fitosanitarios del cultivo y el manejo técnico del producto, como el comportamiento del cultivo.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Los resultados de la aplicación de *Trichoderma spp.* más mulch, para reducir la incidencia y severidad del ataque de mildiu veloso en el cultivo de lechuga, se informará a los pequeños y medianos productores mediante la divulgación de la información, utilizando como medios, la vinculación directa con los agricultores y productores, con días de campo, en donde se efectuarán parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados y demostrar los beneficios de la utilización del producto biológico, profundizando los conocimientos sobre las bondades del producto.