

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EVALUACIÓN DE DOSIS y FRECUENCIAS DE
MICROORGANISMOS EFECTIVOS), EN LA LECHUGA
(*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD Great Lakes COMO BIO
COMPENSADORES DE SUELO Y PLANTA**

OSWALDO DANILO ALVAREZ ALTAMIRANO

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AMBATO - ECUADOR

2011

El suscrito **Oswaldo Danilo Alvarez Altamirano**, portador de cédula de identidad número: 1803469624, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “EVALUACIÓN DE DOSIS Y FRECUENCIAS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS), EN LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD Great Lakes COMO BIO COMPENSADORES DE SUELO Y PLANTA” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

Oswaldo Danilo Alvarez Altamirano

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.

Oswaldo Danilo Alvarez Altamirano

Fecha: 09 de diciembre del 2011.

EVALUACIÓN DE DOSIS Y FRECUENCIAS DE MICROORGANISMOS
EFECTIVOS), EN LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD Great Lakes
COMO BIO COMPENSADORES DE SUELO Y PLANTA

REVISADO POR:

Ing. Agr. M.Sc. Octavio Beltrán V.
TUTOR

Ing. M.Sc. Jaime Ávalos R.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:

Fecha

Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski A.

Ing. Agr. M.Sc. Alberto Gutiérrez A.

DEDICATORIA

Mi tesis les dedico con todo mi cariño y amor:

A mis padres y hermanas porque estuvieron en los momentos buenos y malos de mi vida, a Dios que es el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad desde mi corazón.

De igual forma, a mis primos y amigos, a quien debo el apoyo, les agradezco el cariño y su comprensión, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mis maestros, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional, en especial al Ingeniero Agrónomo M.Sc. Octavio Beltrán V., por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, que ha sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres y demás familiares ya que me brindan su apoyo, la alegría y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Agrónomo M.Sc. Octavio Beltrán V., Ingeniero Agrónomo M.Sc. Jorge Fabara, e Ingeniero M.Sc. Jaime Avalos R., por la colaboración, paciencia, apoyo y sobre todo por esa gran amistad que me brindan, por escucharme y aconsejarme siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	01
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	01
1.3. DELIMITACIÓN	02
1.3.1. Delimitación espacial	02
1.4. JUSTIFICACIÓN	02
1.5. OBJETIVOS	04
1.5.1. Objetivo general	04
1.5.2. Objetivos específicos	04
CAPÍTULO 2	05
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	05
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	05
2.2. MARCO CONCEPTUAL	05
2.2.1. EM Microorganismos efectivos	05
2.2.2. Modo de acción de los microorganismos efectivos	06
2.2.3. Tipos de microorganismos presentes	07
2.2.3.1. Bacterias fototróficas	07
2.2.3.2. Bacterias ácido lácticas	07
2.2.3.3. Levaduras	07
2.2.4. Efecto de los microorganismos efectivos	08
2.2.4.1. En las plantas	08
2.2.4.2. En el suelo	08
2.2.5. La lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	09
2.2.5.1. Fenología	09
2.2.5.2. Variedad	09
2.2.6. Cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	10
2.2.6.1. Generalidades	10
2.2.6.2. Descripción botánica.....	11
2.2.6.3. Requerimientos del cultivo	12
2.2.6.4. Manejo del cultivo	12
2.3. HIPÓTESIS	17

	Pág.
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	17
2.4.1. Variables dependientes	17
2.4.2. Variables independientes	18
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	18
CAPÍTULO 3	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.1. MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	19
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	19
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	20
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	20
3.6. TRATAMIENTOS	20
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	21
3.8. DATOS TOMADOS	22
3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	23
CAPÍTULO 4	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.1. Altura de planta	27
4.1.2. Diámetro del repollo	31
4.1.3. Peso del repollo	35
4.1.4. Longitud del sistema radicular	40
4.1.5. Rendimiento	44
4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	48
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	51
CAPÍTULO 5	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. CONCLUSIONES	52
5.2. RECOMENDACIONES	53
CAPÍTULO 6	54
PROPUESTA	54
6.1. TÍTULO	54
6.2. FUNDAMENTACIÓN	54

	Pág.
6.3. OBJETIVOS	55
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	55
6.5. IMPLEMENTACIÓN/PLAN DE ACCIÓN	55
BIBLIOGRAFÍA	59
APÉNDICE	61

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	18
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	21
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA	27
CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA	28
CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA	29
CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA	30
CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DEL REPOLLO	32
CUADRO 8. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL REPOLLO	32
CUADRO 9. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL REPOLLO	33
CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL REPOLLO	34
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO	36
CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO	37
CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO	38

	Pág.
CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO	38
CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	40
CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	41
CUADRO 17. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	42
CUADRO 18. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	42
CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO	45
CUADRO 20. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	45
CUADRO 21. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	46
CUADRO 22. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	47
CUADRO 23. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)	49
CUADRO 24. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	50
CUADRO 25. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	50
CUADRO 26. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de micro-organismos efectivos versus altura de planta	30
FIGURA 2. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de micro-organismos efectivos versus diámetro del repollo	34
FIGURA 3. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de micro-organismos efectivos versus peso del repollo	39
FIGURA 4. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de micro-organismos efectivos versus longitud del sistema radicular	43
FIGURA 5. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de micro-organismos efectivos versus rendimiento	47

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Docente Querochada, de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos provincia del Tungurahua. Las coordenadas geográficas son: Latitud 1° 22' 20" S. Longitud 78° 36' 22" O, a la altitud de 2 868 msnm; con el propósito de: evaluar tres dosis (10 ml/10 l D1, 20 ml/10 l D2 y 40 ml/10 l D3) y cuatro frecuencias de aplicación (cada 7 días F1, cada 14 días F2, cada 21 días F3 y cada 28 días F4) de microorganismos efectivos como biocompensador de suelo y planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great lakes; a más de efectuar el análisis económico de los tratamientos.

Los tratamientos fueron 12 que recibieron microorganismos y un testigo el cual no lo recibió. Se efectuó el análisis de variancia, pruebas de significación de Tukey al 5% y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor frecuencias de aplicación. El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método de la relación beneficio costo (RBC).

La aplicación en la dosis de 20 ml/10 l (D2), produjo los mejores resultados, con mayor crecimiento en altura de planta al final del ensayo (24,39 cm), como mejor crecimiento en diámetro del repollo (15,17 cm). El peso de los repollos se incrementó (0,77 kg); así como también la longitud del sistema radicular (13,50 cm), consecuentemente el rendimiento del cultivo fue mejor (189,10 kg/tratamiento).

La aplicación de microorganismos con la frecuencia de cada 14 días (F2), produjo los mejores resultados, con mayor crecimiento en altura de planta (23,91 cm), mejor crecimiento en diámetro del repollo (15,27 cm), siendo éstos de mayor peso (0,76 kg). La longitud del sistema radicular se incrementó (14,00 cm), reportando los más altos rendimientos (187,95 kg/tratamiento).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 1,07 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 1,07 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PROBLEMA

El uso excesivo de los agroquímicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L), variedad Great lakes y la presencia de este producto contaminado, causa problemas, mermando los rendimientos del cultivo, en la localidad de Querocha provincia de Tungurahua.

1.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

La base de nuestra vida es la alimentación y por lo tanto, la agricultura. Eso es válido para todos los países tanto aquellos industrializados como aquellos subdesarrollados. Es necesario producir suficientes alimentos y de calidad para un mundo en continuo crecimiento. Además los índices de aumento de enfermedades nos hacen pensar que no solo debemos enfocarnos en la utilización de abonos artificiales y de química agraria; si no orgánicos de origen animal, vegetal y mineral. Suelos contaminados por la excesiva explotación a que están siendo sometidos: utilización de alarmantes dosis de abonos químicos, ha hecho olvidar el papel fundamental de las aportaciones orgánicas; ha dado lugar a un empobrecimiento de las tierras en humus que afecta a su fertilidad, vida microbiana, estabilidad estructural.

Por otro lado la agricultura moderna implica la simplificación de la estructura ambiental de vastas áreas, reemplazando la biodiversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos.

La tendencia al monocultivo crea ecosistemas simplificados y por lo tanto muy inestables que están sujetos especialmente a las enfermedades y a las plagas. Las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son particularmente evidentes en el campo del manejo de plagas agrícolas. La inestabilidad de los agroecosistemas

se manifiesta a través del empeoramiento de la mayoría de los problemas de plagas, ligada con la expansión de los monocultivos a expensas de la vegetación natural.

Los efectos sociales de la adopción de éste paquete han sido desafortunadamente marginar a gran parte de la población rural, incrementar la diferencia entre los campesinos pobres y los ricos y aumentar la dependencia de los predios agrícolas. Debido a la degradación de los recursos naturales, en especial la erosión de los suelos, se observa que la productividad agrícola comenzó a declinar en los últimos años, denotando cierto agotamiento del campo.

El impacto ambiental provocado por los pesticidas afecta a todos los seres vivos y no sólo a las denominadas plagas. Una de las razones de ello es el llamado “tiempo de carencia” o período que necesariamente debe transcurrir hasta que tales alimentos llegan a la población (a través de los alimentos). Y cuando hablamos de contaminación no sólo nos estamos refiriendo al consumo de tales alimentos; dicha población puede verse expuesta también a través de la degradación del suelo, aire y agua.

1.3. DELIMITACIÓN

1.3.1. Delimitación espacial

El ensayo se realizó en un lote de la Granja Experimental Docente Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos provincia de Tungurahua.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador hay 1 145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7 928 kg/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 salud. 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. Su distribución comprende los valles secos y templados de la Sierra; en ciertos lugares puede localizarse en partes más altas pero protegidos de heladas y con períodos secos de más de tres meses, con riego: Mira, Valle del Chota, Pimampiro, Ibarra, Valle de Guayllabamba, San Antonio de Pichincha, El Quinche-Puembo, Machachi, Latacunga, Ambato-Huachi, Píllaro, Chambo, Penipe, Guamote, Azogues, Girón, Vilcabamba.

El cultivo de lechuga en el Ecuador se lo realiza en zonas en donde se cuenta con una precipitación de 400–600 mm durante el ciclo del cultivo, 12 horas diarias de luminosidad y una temperatura que va entre 12 y 18°C. Como por ejemplo Izamba, Cunchibamba, en nuestra provincia.

Los diferentes tipos de microorganismos presentes en el EM (microorganismos efectivos), toman sustancias generadas por otros organismos, basando en ellas su funcionamiento y desarrollo; al mismo tiempo las sustancias secretadas por las plantas son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer. Durante su desarrollo los microorganismos efectivos sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Cuando los microorganismos efectivos incrementan su población en el sistema suelo-planta, la actividad como comunidad con los microorganismos naturales benéficos es también incrementada y la microflora en general se enriquece, balanceando los ecosistemas, inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos, suprimiendo las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades del suelo y de la planta.

Por esta razón se realizó la investigación en este campo, para producir lechuga sin pesticidas, poniendo en práctica los conocimientos sobre la agricultura orgánica y la captura de los EM (microorganismos efectivos) con su debida aplicación en la agricultura.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Aportar al mejoramiento tecnológico del cultivo de lechuga con la aplicación de EM (microorganismos efectivos).

1.5.2. Objetivos específicos

Evaluar tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos como biocompensador de suelo y planta en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great lakes.

Análisis económico de los tratamientos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Franz Peter Mau (2006), cita que Teruo Haig consiguió éxitos extraordinarios en la agricultura por ejemplo, en el producto agrario más importante del Japón: el arroz. En la agricultura convencional se cosecha de media 5,4 Tm/ha, con EM la cosecha aumentó hasta más de 8,4 Tm/ha. Es importante destacar que, aparte de la cantidad, también es excelente la calidad y además, las plantas son más resistentes a enfermedades y plagas. Si se rocían los campos con los microorganismos se deben hacer cuando llueve o antes de que llueva para que no estén expuestos demasiado tiempo al aire o a los rayos de sol. Para gran satisfacción de Haig, este proceso sustituye completamente la elaboración de compost.

Desde 1962, cuando Rachel Carson publico en su libro “La primavera muda”, se conocen los peligros de un uso desmesurado de pesticidas en la agricultura. Como consecuencia, se pudo asentar lentamente, pero de forma continua, un movimiento mundial del medio ambiente al que también pertenecía una agricultura llevada cada vez más de forma biológica. Pero es suficiente conocimiento que los métodos convencionales de la agricultura biológica dan menos rendimientos. Las cosechas no están sobrecargadas y son más nutritivas que los productos convencionales. Aun así, la agricultura biológica no sería capaz, hoy en día, de solucionar el problema de abastecer de alimentos a la población mundial.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. EM Microorganismos efectivos

“Con el nombre de EM se denomina de forma generalizada la mezcla de microorganismos efectivos, término acuñado por Teruo Haig”, El profesor Haig ha desarrollado en más de 20 años de investigación, esta mezcla de microorganismos

efectivos, que resultó un recurso polifacético en innumerables campos de la vida cotidiana: en la agricultura, en la economía del agua, la construcción, energía, la industria, el hogar y la medicina. El nombre EM, se usa a menudo para un sistema global de uso y de productos. Por eso se debería distinguir entre la mezcla original de microorganismos regenerativos, que se comercializan como EM1 y productor que se elaboran con ayuda de EM1. Toda la gama de productos EM y su uso variado se denomina tecnología EM. Pero es conocido que los métodos convencionales de la agricultura biológica dan menos rendimiento. Las cosechas no están sobrecargadas y son más nutritivas que los productos convencionales. Aún así la agricultura biológica no sería capaz, hoy en día, de solucionar el problema de abastecer de alimentos a la población mundial, que crece muy deprisa. Pero la tecnología EM en agricultura sustituye a medio plazo el uso de fertilizantes y productos químicos agrarios. (Franz Peter Mau, 2002).

El EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos, para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utilizan para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes (Hurtado, 2001).

2.2.2. Modo de acción de los microorganismos efectivos

Los microorganismos efectivos actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los microorganismos efectivos incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

2.2.3. Tipos de microorganismos presentes

2.2.3.1. Bacterias fototróficas

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes (Franz Peter Mau, 2002).

2.2.3.2. Bacterias ácido lácticas

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso (Franz Peter Mau, 2002).

2.2.3.3. Levaduras

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto (Franz Peter Mau, 2002).

2.2.4. Efecto de los microorganismos efectivos

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible (Franz Peter Mau, 2002).

2.2.4.1. En las plantas

Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades. Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Franz Peter Mau, 2002).

2.2.4.2. En el suelo

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar: efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos prosperen (Ochse et al, 1974).

2.2.5. La lechuga (*Lactuca sativa* L.)

2.2.5.1. Fenología

Lechugas Batavianas, ('Batavian lettuces') son un poco más abiertas que las de bola (iceburg), pero forman una definida cabeza; sin embargo tienden a ser más sabrosas que la iceberg. La tipo Romana son erectas y de color profundo, con sabor robusto y textura algo tosca. Las variedades Bibb son de crecimiento bajo, tiernas, forman una cabeza pequeña y suelta al acercarse a maduración. Las Bibbs a veces son llamadas 'Lechuga Boston' o 'Lechuga Mantequilla.' Las lechugas de hoja lisa crecen abiertas y tiernas, generalmente con hojas pálidas mejor venderla sola y sabor delicado cuando jóvenes. Las lechugas de hoja crespas son similares a las lechugas de hoja lisa excepto que sus hojas son más 'crespas' y su sabor es algo más fuerte. Tipos inusuales tienen características particulares, tales como la de forma de hoja de roble pronunciada, que las diferencia de otras familias. Varias especies que no son lechugas también se consideran como verduras de especialidad y se pueden cultivar por sí mismas (para mercados muy limitados) o con un surtido de pequeñas lechugas. Los mayores tipos que no son lechugas incluyen: Arugula, una planta de la familia de las mostazas, al comerla el sabor inicial es como de maní o cacahuetes y en seguida es picante. Mache, aunque bien conocida en Europa, no es común en Norteamérica fuera de Quebec. Con un delicado sabor a nueces, la más suave de las verduras, Mache (también conocida como 'ensalada de maíz').

2.2.5.2. Variedad

Variedades que se cultivan en la Provincia de Tungurahua

Tipo, ('variedad Great lakes'), variedad de ciclo tardío, resistente al espigado, adaptada para cultivo en primavera, verano y otoño. Hojas redondeadas, anchas, de bordes rizados, rugosas, con nervio central ancho y muy crujientes. Forma cogollos redondos aplanados muy densos. Cultivo: sembrar superficialmente en tierra fina. Fertilizar suficientemente para un rápido desarrollo.

Mantener el cultivo siempre con humedad.

Las tipos romanas son erectas y de color profundo, con sabor robusto y textura algo tosca.

Las variedades Bibb son de crecimiento bajo, tiernas, forman una cabeza pequeña y suelta al acercarse a maduración. Las Bibbs a veces son llamadas ‘‘Lechuga Boston’’ o ‘‘Lechuga Mantequilla.’’

Las lechugas de hoja lisa crecen abiertas y tiernas, generalmente con hojas pálidas y sabor delicado cuando jóvenes. Las lechugas de hoja crespas son similares a las lechugas de hoja lisa excepto que sus hojas son más ‘‘crespas’’ y su sabor es algo más fuerte.

Tipos inusuales tienen características particulares, tales como la de forma de hoja de roble pronunciada, que las diferencia de otras familias.

Los diversos tipos de lechugas dentro de la provincia de Tungurahua se distribuyen en diferentes zonas como: Izamba, Cunchibamba, Constantino Fernández, Tisaleo, Montalvo y Cevallos.

2.2.6. Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L)

2.2.6.1. Generalidades

Los botánicos no se ponen de acuerdo sobre su origen. Conocida por sumerios, egipcios, persas, griegos y romanos, es una planta cultivada desde hace muchos años, existiendo testimonios escritos de que los romanos ya conocían diferentes variedades. Los egipcios representaban a Min, dios de la fecundidad y protector de las cosechas, por una lechuga y su conmemoración anual en procesión era una de las más celebradas.

2.2.6.2. Descripción botánica

Para Parson (1981), la lechuga es una planta hortícola que se cultiva desde tiempos muy antiguos. De la especie silvestre (*Lactuca virosa*) se han obtenido numerosas variedades que permiten su cultivo a lo largo de todo el año.

2.2.6.2.1. Raíces

Según Parson (1981), la raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.

2.2.6.2.2. Tallos

El tallo es cilíndrico y ramificado (Russell, 1968).

2.2.6.2.3. Hojas

Según Russel (1968), 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.

2.2.6.2.4. Inflorescencia

Las inflorescencias son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos (Parsons, 1981).

2.2.6.2.5. Semilla

Aldana (2002), indica que las semillas están provistas de un vilano plumoso.

2.2.6.3. Requerimientos del cultivo

2.2.6.3.1. Clima

Infoagro (2010) cita que la lechuga es un cultivo de clima fresco. Debe ser plantada a inicios de primavera o finales de verano. En altas temperaturas, se impide el crecimiento, las hojas pueden ser amargas y se forma el tallo donde se producen flores, el cual se alarga rápidamente. Fenómeno indeseable llamado "espigado". Durante el verano las lechugas espigan muy rápido. Algunos tipos y variedades de lechuga soportan el calor mejor que otras.

2.2.6.3.2. Suelo

Aldana (2002), manifiesta que los suelos preferidos por la lechuga son: fértiles y ricos en nitrógeno; ligeros, con buen drenaje, sin encharcamientos. Con un pH ideal entre 6,5 y 7,5. Si son excesivamente ácidos será necesario encalar (aportar cal al suelo con el fin de subir el pH). No es bueno sembrar dos años seguidos en la misma parcela para evitar el aumento de enfermedades por hongos. Se recomienda cultivar la lechuga después de una leguminosa.

2.2.6.3.3. Agua

Aldana (2002), expresa que la frecuencia de riego varia según el tipo de suelo el tamaño de planta y el clima. En pequeñas extensiones y en huertos caseros es conveniente la aplicación de agua con regaderas manuales, la humedad excesiva favorece la pudrición de las hojas inferiores especialmente cuando están grandes y hay poca oportunidad de ventilación, el riego repetido facilita el desarrollo vegetativo de la planta o la cantidad requerida por el ciclo del cultivo es de 650 mm.

2.2.6.4. Manejo del cultivo

2.2.6.4.1. Selección de la plántula

Aldana (2002), sostiene que para un sano y

vigoroso crecimiento, las plantas de lechuga necesitarán desarrollarse en una zona soleada o de semisombra. La temperatura ideal para ellas es un clima fresco, pero hay variedades que consiguen adaptarse bien a temperaturas más elevadas siempre que dispongan de adecuada humedad.

2.2.6.4.2. Época de siembra

Fundagro (1991), cita que la lechuga se siembra durante todo el año; así mismo, las zonas tropicales y subtropicales se inclinan más por la producción de lechuga de cabeza (var. Capitata) debido a su condición de temperatura. La lechuga es una hortaliza típicamente de trasplante, aunque también se siembra de forma directa. Al practicar la siembra directa deben hacerse aclareos y las plantas sacadas pueden trasplantarse. Cuando se realice siembra directa se recomienda utilizar de 2 a 3 kg de semilla/ha, aunque actualmente ya existen en el mercado semillas peletizadas, las cuales rinden a razón de 1 kg/ha.

2.2.6.4.3. Distancias y densidades de plantación

Infoagro (2010), manifiesta que en lo que se refiere a siembra indirecta o de trasplante, que es lo más utilizado comercialmente, si se realiza a campo abierto se recomienda la distribución entre planta y planta de 20 a 30 cm.

2.2.6.4.4. Fertilización

La fertilización orgánica, si bien creo es importante diferenciar los efectos de los aportes de materia orgánica al suelo. Por una parte está la mejora del suelo en su aspecto físico, esto es textura y estructura del suelo y por otro lado los efectos sobre la química si bien sería más acertado decir sobre la bioquímica del suelo, pues es este quizá el efecto más tangible. La descomposición de la materia orgánica por parte de hongos, levaduras y microfauna hace que los restos vegetales que se han depositado de forma natural (suelos de bosques y zonas sin cultivar), o bien hemos depositado (restos de siega, poda, cenizas, material compostado) se mineralicen y den lugar por una parte a elementos

(nitrógeno, calcio) y por otra obtenemos un materia esponjosa, con gran capacidad de retención de agua (Infoagro, 2010).

2.2.6.4.5. Riego

Aldana (2002), expresa que la lechugas requieren de dos riegos semanales como mínimo. Riegos ligeros frecuentes causan que las hojas desarrollen rápidamente. Exceso de riego, especialmente en suelos pesados, puede producir enfermedades, crecimiento lento y escaldaduras o quemaduras de los bordes de las hojas.

2.2.6.4.6. Rascadillo

Oyarzum et al. (2002), señalan que esta labor consiste en remover el suelo para lograr el control oportuno de malezas y permitir que el suelo se airee. Esta labor se hace a los 30 o 35 días después de la siembra cuando las plantas tienen de 10 cm de altura. Se puede realizar en forma manual con azadón o en forma mecánica con un tiller.

2.2.6.4.7. Plagas y enfermedades

Plagas

Trips (*Thrips tabaci*). Maroto (1983), indica que el adulto de *Frankliniella occidentalis* es alargado y mide 1,5 mm de longitud. Es una plaga dañina, más que por el efecto directo de sus picaduras, por transmitir a la planta el Virus del Bronceado del Tomate (TSWV). La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares y mueren.

Minadores (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*). Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada. Dar un tratamiento con los EM (microorganismos efectivos) cuando se observen las primeras galerías (Maroto, 1983).

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Produce un debilitamiento general de la planta picando y absorbiendo los jugos fotosintéticos. Se combatirá este problema con los EM (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Pulgones (*Myzus persicae*, *Narsonovia ribisnigri* y otros). Se trata de una plaga sistemática en el cultivo de la lechuga. El ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Si la planta es joven y el ataque es grande, puede arrasar el cultivo; también transmite virus. Se combatirá este problema con los EM (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Gusano de alambre (*Agriotes lineatus*). Estos gusanos viven en el suelo y producen daños graves al comer las raíces. Además, son puerta de entrada de enfermedades producidas por hongos del suelo. Conviene tratar al suelo antes de sembrar con los EM (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Gusano gris (*Agrotis segetum*). Esta oruga produce daños seccionando el cuello de las plantas más jóvenes, quedando muy dañadas. Escarba al pie de las plantas para descubrirlos. Se combate este problema con los EM (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Mosca del cuello (*Phorbia platura*). Son las larvas de dípteros que atacan a la lechuga depreciando su valor comercial. Se combate este problema con los EM (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Caracoles y babosas. Muerden las hojas estropeando la cosecha (Maroto, 1983).

Gorriones. Semilleros picoteados. Les encantan las semillas. Cubre las bandejas con una malla hasta que germinen. Los pájaros pueden atacar también a los plantones (Maroto, 1983).

Enfermedades

Antracnosis (*Marssonina panattoniana*). Los daños se inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler, éstas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm. Control: desinfección del suelo y de la semilla se combatirá este problema con los EM (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Botritis o moho gris (*Botrytis cinerea*). Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro. Esta enfermedad se puede controlar a partir de medidas preventivas este problema con los EM: (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Mildiu veloso (*Bremia lactucae*). En el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro y en el envés aparece un micelio veloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques más importantes de esta plaga se suelen dar en otoño y primavera, que es cuando suelen presentarse periodos de humedad prolongada, además las conidias del hongo son transportadas por el viento dando lugar a nuevas infecciones. Para combatir esta enfermedad se combatirá este problema con los EM (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*). Se trata de una enfermedad de suelo, por tanto las tierras nuevas están exentas de este parásito o con infecciones muy leves. La infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. Sobre la planta produce un marchitamiento lento en las hojas, iniciándose en las más viejas y continúa hasta que toda la planta queda afectada. En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el

tallo principal. Se puede controlar este problema con los EM: (microorganismos efectivos) (Maroto, 1983).

Septoriosis (*Septoria lactucae*). Esta enfermedad produce manchas en las hojas inferiores. Llamada virus del mosaico de la lechuga (LMV) es una de las principales virosis que afectan al cultivo de la lechuga y causa importantes daños. Se transmite por semilla y por pulgones. Los síntomas producidos pueden empezar incluso en semillero, presentando moteados y mosaicos verdosos que se van acentuando al crecer las plantas, dando lugar a una clorosis generalizada, en algunas variedades pueden presentar clorosis foliares. No tiene cura (Maroto, 1983).

Virus del bronceado del tomate (TSWV). Las infecciones causadas por este virus están caracterizadas por manchas foliares, inicialmente cloróticas y posteriormente, necróticas e irregulares, a veces tan extensas que afectan a casi toda la planta que, en general, queda enana y se marchita en poco tiempo. Se transmite por el trips *Frankliniella occidentalis* al picar las hojas (Maroto, 1983).

2.3. HIPÓTESIS

¿La utilización de microorganismos efectivos sumados a la materia orgánica en el cultivo de lechuga produce un producto de mejor calidad, incrementando los rendimientos?

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables dependientes

Vigorosidad de las plantas, calidad del repollo y rendimiento del cultivo.

2.4.2. Variables independientes

Utilización de los microorganismos efectivos en el cultivo de lechuga, en tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Concepto	Categoría	Indicadores
Dosis de microorganismos efectivos	Cantidad de microorganismos efectivos que se expone a la planta para obtener una respuesta	10 ml/10 l 20 ml/10 l 40 ml/10 l	Crecimiento en altura de planta Crecimiento en diámetro del repollo
Frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos	Veces que se aplican los microorganismos efectivos	Cada 7 días Cada 14 días Cada 21 días Cada 28 días	Crecimiento en longitud del sistema radicular Peso y rendimiento del cultivo

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque predominante es cuantitativo. La modalidad fue netamente experimental. En este trabajo se realizó una asociación de variables donde se probaron tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Docente Querochada, de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos provincia del Tungurahua. Las coordenadas geográficas son: Latitud 1° 22' 20" S. Longitud 78° 36' 22" O, a una altitud de 2 868 msnm.

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

El sector presenta una temperatura media anual de 13,4°C, con temperatura máxima anual de 18,9°C, temperatura mínima de 7,7°C, una precipitación anual de 575,6 mm; la humedad relativa esta en 76,3%, la velocidad de viento es de 2,8 m/s. Según los datos registrados en la Estación Experimental Docente de Querochaca promedio de los años 2005 al 2008.

3.3.2. Suelo

Según el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (1976), los suelos de esta zona están clasificados como; Typic vitrandepts. Se caracterizan por la presencia de materiales amorfos o cenizas volcánicas con una pendiente del 2 al 8%, de relieve plano ondulado, son poco profundos con capas endurecidas cangagua la textura franco arenosa.

3.3.3. Ecología

La Granja Experimental Docente Querochada, se encuentra en la región estepa-espinosa Montano Bajo (ee-MB), en transición con bosque seco Montano Bajo (bs-MB) según la clasificación ecológica Holdridge (1982).

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Dosis de microorganismos efectivos

10 ml/10 l	D1
20 ml/10 l	D2
40 ml/10 l	D3

Las dosis de microorganismo efectivos fueron establecidas según la tabla de proporciones para usar EM (Franz Peter Mau, 2006).

3.4.2. Frecuencias de aplicación

Cada 7 días	F1
Cada 14 días	F2
Cada 21 días	F3
Cada 28 días	F4

3.4.3. Testigo

El testigo no recibió aplicación de microorganismos efectivos

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglo factorial de $3 \times 4 + 1$, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 13, como consta en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Dosis de microorganismos efectivos (ml/10 l)	Frecuencias de aplicación
1	D1F1	10	Cada 7 días
2	D1F2	10	Cada 14 días
3	D1F3	10	Cada 21 días
4	D1F4	10	Cada 28 días
5	D2F1	20	Cada 7 días
6	D2F2	20	Cada 14 días
7	D2F3	20	Cada 21 días
8	D2F4	20	Cada 28 días
9	D3F1	40	Cada 7 días
10	D3F2	40	Cada 14 días
11	D3F3	40	Cada 21 días
12	D3F4	40	Cada 28 días
13	T		

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado; pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factores en estudio e interacciones y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor frecuencias de aplicación.

El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método de la relación beneficio costo (RBC).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Ancho de la parcela	5 m
Largo de la parcela	9 m
Distancia entre plantas	0,30 m
Distancias entre hileras	0,50 m
Número total de plantas/parcela	300
Número de plantas por parcela neta	220
Ancho de caminos entre bloques	1 m
Número de bloques	3
Área por parcela	45 m ²
Área total de parcelas	1 755 m ²
Área total del ensayo	2 449 m ²
Área de caminos	694 m ²
Número de plantas a evaluar	20

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Altura de planta

La altura de planta al momento de la cosecha se midió con flexómetro, midiendo desde el cuello de la planta al ápice de la misma; en veinte plantas tomadas al azar de cada parcela neta, por repetición.

3.8.2. Diámetro del repollo

Al momento de la cosecha, se midió en centímetros, con la ayuda de un calibrador pie de rey, el diámetro ecuatorial del repollo, en veinte plantas tomadas al azar de la parcela neta.

3.8.3. Peso del repollo

Al momento de la cosecha, con una balanza de precisión, se pesó el repollo, de veinte plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

3.8.4. Longitud del sistema radicular

Con la ayuda de un flexómetro, se midió la longitud del sistema radicular, midiendo desde el cuello hasta el ápice radicular, al momento de la cosecha, en veinte plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

3.8.5. Rendimiento

El rendimiento se obtuvo mediante el peso del total de repollos cosechados por parcela neta, expresando los valores en kilogramos/tratamiento.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Materiales para las trampas

Se procedió a la compra de 4 l de melaza, 1 lb de harina de soya, 10 lb de arroz cocido, 21 tarrinas plásticas, 1 funda banditas de hule y 10 pares de medias nylon pantalón color café.

3.9.2. Elaboración de las trampas

En cada tarrina se colocó 250 g de arroz cocido, luego se añadió 15 g de harina de soya, mezclando, para proceder a incorporar 10 ml de melaza, observando que la mezcla tenga una consistencia pastosa. Seguidamente se procedió a realizar cortes de 15 cm por 15 cm de diámetro de la media nylon para tapar las tarrinas y asegurar con las bandas de hule. Finalmente se identificaron numerando las tarrinas.

3.9.3. Cosecha de los microorganismos

Se ubicaron las diferentes trampas, observando que estén llenas de microorganismos y descartar las que trampas fallidas.

En un recipiente se procedió a incorporar el contenido de las trampas con ayuda de una varilla de agitación y aumentando 10 ml de agua destilada para que salga todo el residuo de las trampas.

En el recipiente que se incorporó el contenido de las trampas se procedió a agitarlo con un movimiento de centrifugación durante 30 minutos; luego se procedió a colar con la ayuda de un tamiz fino.

3.9.4. Propagación de los microorganismos efectivos (EM)

En el recipiente que ya está previsto se añade la solución de los EM madre, para mezclar con dos litros de melaza; esto se efectúa para que los microorganismos obtengan energía. Después de 10 minutos de la incorporación se procede a incorporar 3 l de suero de leche (cuajada), se aplica porque este producto tiene mayor cantidad de ácido láctico. Se agitó por cinco minutos, para en último lugar añadir la levadura de pan (este producto se recomienda que se compre en sólido y mantenerla en refrigeración hasta aplicarlo). Esto se agita durante el tiempo que sea necesario para que se disuelva por completo, se deja reposar por al menos 15 días para su aplicación.

3.9.5. Incorporación de materia orgánica

A pesar que las plantas fotosintetizan sus alimentos, necesitan incorporar un determinado número de nutrientes necesario para su desarrollo normal. Por éste motivo se incorporó materia orgánica (gallinaza bien descompuesta) para todo el ensayo se utilizó 78 sacos distribuidos en dos sacos por parcela.

3.9.6. Delimitación de parcelas

Se delimitaron las parcelas en forma aleatoria, de acuerdo al diseño experimental planteado para el ensayo.

3.9.7. Elaboración de surcos

La labor de surcado se realizo manualmente con la ayuda del azadón y rastrillo.

3.9.8. Adquisición de plantas

Las plántulas de lechuga, variedad Great lakes, se adquirieron en el sector de Pelileo Viejo, las mismas que presentaron de cinco a siete hojas verdaderas y de 55 días de edad.

3.9.9. Trasplante de las lechugas

El trasplante se realizó en forma manual con la ayuda de azadones, utilizando barra, estableciendo adecuadamente las distancias de siembra.

3.9.10. Aplicación de microorganismos efectivos (EM)

La aplicación de los microorganismos efectivos, en las dosis y frecuencias de aplicación establecidas para el ensayo, se realizó con la utilización de una bomba de mochila y un balde. La primera aplicación para todas las frecuencias se hizo a los siete días del trasplante, efectuando en total 13 aplicaciones para los tratamientos de la frecuencia F1, siete aplicaciones para la frecuencia F2, cinco aplicaciones para la frecuencia F3 y cuatro aplicaciones para la frecuencia F4.

3.9.11. Riegos

Los riegos se efectuaron por gravedad, con la frecuencia de cada ocho días.

3.9.12. Rascadillo

El rascadillo se realizó en forma manual, con la ayuda de un azadón y un rastrillo.

3.9.13. Deshierbe y aporque

Se efectuaron conjuntamente en forma manual con la ayuda de un azadón y un rastrillo.

3.9.14. Cosecha

Al final del ensayo (90 días del trasplante), se cosecharon los repollos manualmente, con la ayuda de un azadón y gavetas.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Altura de planta

El crecimiento en altura de planta, registrado al momento de la cosecha, en cada tratamiento con aplicación de microorganismos efectivos, fluctuó entre 22,00 cm y 25,00 cm, con promedio general de 23,49 cm (anexo 1). Sometiendo los valores al análisis de variancia (cuadro 3), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de microorganismos efectivos fue significativo a nivel del 1%. El factor frecuencias de aplicación reportó diferencias a nivel del 5%, con tendencia cuadrática altamente significativa; no registrando significación la interacción entre dosis por frecuencias. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% y el coeficiente de variación fue de 1,97%, que otorga validez a las respuestas obtenidas.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,343	0,171	0,80 ns
Tratamientos	12	22,863	1,905	8,89 **
Dosis de microorg. (D)	2	13,370	6,685	31,24 **
Frecuencias de aplic. (F)	3	3,595	1,198	5,60 *
Tendencia lineal	1	0,340	0,340	1,58 ns
Tendencia cuadrática	1	3,238	3,238	15,11 **
Tendencia cúbica	1	0,017	0,017	0,08 ns
D x F	6	0,702	0,117	0,55 ns
Testigo versus resto	1	5,197	5,197	24,24 **
Error experimental	24	5,145	0,214	
Total	38	28,350		

Coef. de var. 1,97%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Sometiendo los valores del crecimiento en altura de planta, para tratamientos, a la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron seis rangos

de significación (cuadro 4). La altura de planta fue mayor en el tratamiento D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días), con el mayor promedio de 24,78 cm de altura, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos D2F3 (20 ml/10 l, cada 21 días), D2F1 (20 ml/10 l, cada 7 días), D2F4 (20 ml/10 l, cada 28 días), D3F3 (40 ml/10 l, cada 21 días) y D3F2 (40 ml/10 l, cada 14 días), que compartieron el primer rango con rangos inferiores, con alturas que van desde 24,44 cm hasta 23,89 cm. El resto de tratamientos se ubicaron en rangos inferiores, siendo el testigo el tratamiento que reportó la menor altura de planta, con promedio de 22,22 cm, ubicado en el sexto rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
6	D2F2	24,78	a
7	D2F3	24,44	ab
5	D2F1	24,28	abc
8	D2F4	24,05	abad
11	D3F3	24,00	abcd
10	D3F2	23,89	abcde
9	D3F1	23,22	bcdef
3	D1F3	23,19	bcdef
2	D1F2	23,06	chef
12	D3F4	22,83	def
1	D1F1	22,80	def
4	D1F4	22,58	ef
13	T	22,22	f

En cuanto al factor dosis de microorganismos efectivos, la prueba de significación de Tukey al 5%, en el crecimiento en altura de planta, separó los promedios en tres rangos de significación bien definidos (cuadro 5). Las plantas reportaron mayor altura, en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos, en la dosis de 20 ml/10 l (D2), al ubicarse en el primer rango la altura promedio de 24,39 cm. Le siguen los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 40 ml/10 l (D3), ubicados en el segundo rango, con promedio de 23,49 cm; mientras que, los tratamientos que recibieron la dosis de 10 ml/10 l (D1) de microorganismos efectivos, reportaron las plantas de menor altura, al ubicarse en el tercer rango el promedio de 22,91 cm. Estos resultados pueden deberse a que los microorganismos efectivos se utilizan junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y fauna. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos

secundarios de microorganismos eficientes (Hurtado, 2001).

CUADRO 5. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Dosis de microorganismos efectivos		Promedio (cm)	Rango
20 ml/10 l	D2	24,39	a
40 ml/10 l	D3	23,49	b
10 ml/10 l	D1	22,91	c

Para el factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del crecimiento en altura de planta, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 6). Las plantas con mayor altura pertenecieron a los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos con la frecuencia de cada 14 días (F2), con promedio de 23,91 cm; así como de los tratamientos que recibieron aplicación de la frecuencia de cada 21 días (F3), que compartieron el primer rango, con promedio de 23,88 cm. Las plantas reportaron la menor altura, por su parte, en los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4), con promedio de 23,15 cm, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba. Este comportamiento puede deberse a que los microorganismos efectivos, toman sustancias generadas por otros organismos, basando en ellas su funcionamiento y desarrollo; al mismo tiempo las sustancias secretadas por las plantas son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer. Durante su desarrollo los microorganismos efectivos sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas, benefician la nutrición de las plantas (Sort, 2002).

La figura 1, muestra la regresión cuadrática entre frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus el crecimiento en altura de planta, en donde la tendencia cuadrática de la parábola, indica que, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación del producto con la frecuencia de cada 14 días (F2), con

correlación cuadrática altamente significativa de 0,99 **.

CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Frecuencias de aplicación	Promedio (cm)	Rango
Cada 14 días F2	23,91	a
Cada 21 días F3	23,88	a
Cada 7 días F1	23,43	ab
Cada 28 días F4	23,15	b

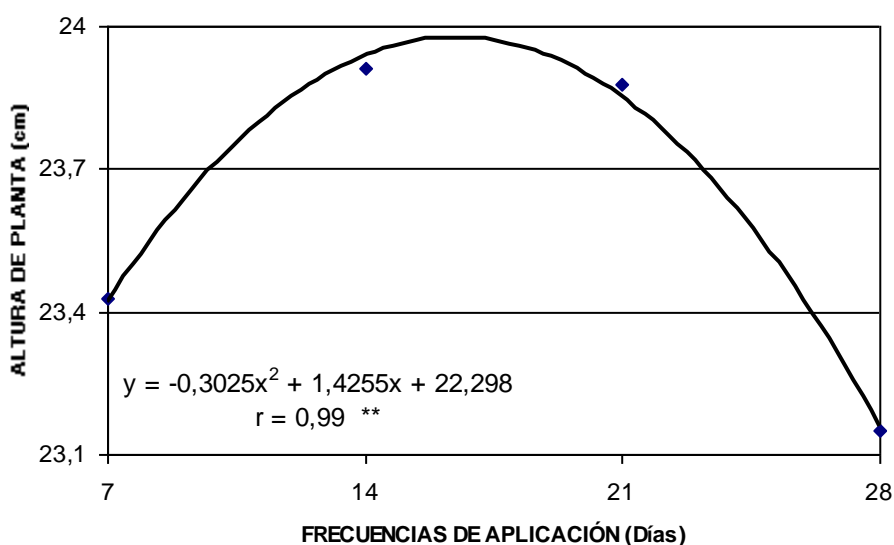


FIGURA 1. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus altura de planta

Evaluando los resultados del crecimiento en altura de planta al final del ensayo, es posible deducir que, los microorganismos efectivos aplicados en tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación al cultivo de lechuga variedad Great lakes beneficiaron éste crecimiento, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos presentaron mejores resultados que el testigo, en cuyo tratamiento la altura de planta fue menor. En este sentido, la mayor altura de planta

se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l (D2), con el cual este crecimiento se incrementó en promedio de 1,48 cm, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis (D1); igualmente, al aplicar los microorganismos con la frecuencia de cada 14 días (F2), la altura de planta se incrementó en promedio de 0,76 cm que lo registrado por los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4); lo que permite inferir que, la aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l con la frecuencia de cada 14 días, es el tratamiento apropiado para mejorar las condiciones de desarrollo de las plantas, incrementando su crecimiento en altura. Es posible que haya sucedido lo manifestado por Sort (2002), los microorganismos efectivos tienen efecto sobre la microbiología del suelo, al suprimir o controlar las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia e incrementan la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen, por lo que las plantas encuentran mejores condiciones de desarrollo.

4.1.2. Diámetro del repollo

El desarrollo de los repollos, con respecto al crecimiento en diámetro ecuatorial, registrado al momento de la cosecha, en cada tratamiento con aplicación de microorganismos efectivos, fluctuó entre 13,12 cm y 16,10 cm, con promedio general de 14,72 cm (anexo 2). Mediante el análisis de variancia (cuadro 7), se detectaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos. El factor dosis de microorganismos efectivos fue significativo a nivel del 5%. El factor frecuencias de aplicación reportó diferencias a nivel del 1%, con tendencia cuadrática altamente significativa; no registrando significación la interacción entre dosis por frecuencias de aplicación. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; mientras que el coeficiente de variación fue de 4,41%, valor que concede confiabilidad a los resultados reportados.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del diámetro del repollo, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 8). Los repollos reportaron mayores diámetros en el tratamiento D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días), con el mayor promedio de 15,56 cm, ubicado en el primer rango; seguido del resto de tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con diámetros que van desde 15,40 cm hasta 13,81 cm. El testigo, que no

recibió aplicación de microorganismos efectivos, reportó los repollos de menor

**CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LA VARIABLE
DIÁMETRO DEL REPOLLO**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,644	0,322	0,77 ns
Tratamientos	12	13,485	1,124	2,67 *
Dosis de microorg. (D)	2	3,533	1,767	4,21 *
Frecuencias de aplic. (F)	3	4,991	1,664	3,96 *
Tendencia lineal	1	1,025	1,025	2,44 ns
Tendencia cuadrática	1	3,920	3,920	9,32 **
Tendencia cúbica	1	0,046	0,046	0,11 ns
D x F	6	0,231	0,039	0,09 ns
Testigo versus resto	1	4,730	4,730	11,24 **
Error experimental	24	10,092	0,420	
Total	38	24,221		

Coef. de var. 4,41%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

diámetro, con promedio de 13,51 cm, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 8. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA
TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL
REPOLLO**

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
6	D2F2	15,56	a
7	D2F3	15,40	ab
10	D3F2	15,33	ab
5	D2F1	15,17	ab
11	D3F3	15,11	ab
2	D1F2	14,94	ab
9	D3F1	14,60	ab
3	D1F3	14,57	ab
8	D2F4	14,57	ab
12	D3F4	14,46	ab
1	D1F1	14,33	ab
4	D1F4	13,81	ab
13	T	13,51	b

Examinando el factor dosis de microorganismos efectivos, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, en el crecimiento en diámetro del repollo,

se detectaron dos rangos de significación (cuadro 9). Los repollos experimentaron mayor crecimiento en diámetro, en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos, en la dosis de 20 ml/10 l (D2), ubicado en el primer rango el diámetro promedio de 15,17 cm. Le siguen los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 40 ml/10 l (D3), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio de 14,88 cm; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 10 ml/10 l (D1) de microorganismos efectivos, reportaron los repollos de menor diámetro, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba el promedio de 14,41 cm. El beneficio de los microorganismos efectivos se basa en que son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes (Franz Peter Mau, 2002).

CUADRO 9. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL REPOLLO

Dosis de microorganismos efectivos	Promedio (cm)	Rango
20 ml/10 l D2	15,17	a
40 ml/10 l D3	14,88	ab
10 ml/10 l D1	14,41	b

En relación al factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del diámetro del repollo, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 10). Los repollos experimentaron mayor crecimiento en diámetro en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos con la frecuencia de cada 14 días (F2), con promedio de 15,27 cm, valor que se ubicó en el primer rango; le siguen los tratamientos que recibieron aplicación de la frecuencia de cada 21 días (F3) y los tratamientos con aplicación de la frecuencia de cada 7 días (F1), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 15,03 cm y 14,70 cm, respectivamente. Las

plantas reportaron los repollos de menor diámetro en los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4), con promedio de 14,28 cm, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DIÁMETRO DEL REPOLLO

Frecuencias de aplicación	Promedio (cm)	Rango
Cada 14 días F2	15,27	a
Cada 21 días F3	15,03	ab
Cada 7 días F1	14,70	ab
Cada 28 días F4	14,28	b

Mediante la figura 2, se representa la regresión cuadrática entre frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus el crecimiento en diámetro del repollo, en donde la tendencia cuadrática de la parábola, ubicó los mejores resultados en los tratamientos con la aplicación del producto con la frecuencia de cada 14 días (F2), con correlación cuadrática altamente significativa de 0,99 **.

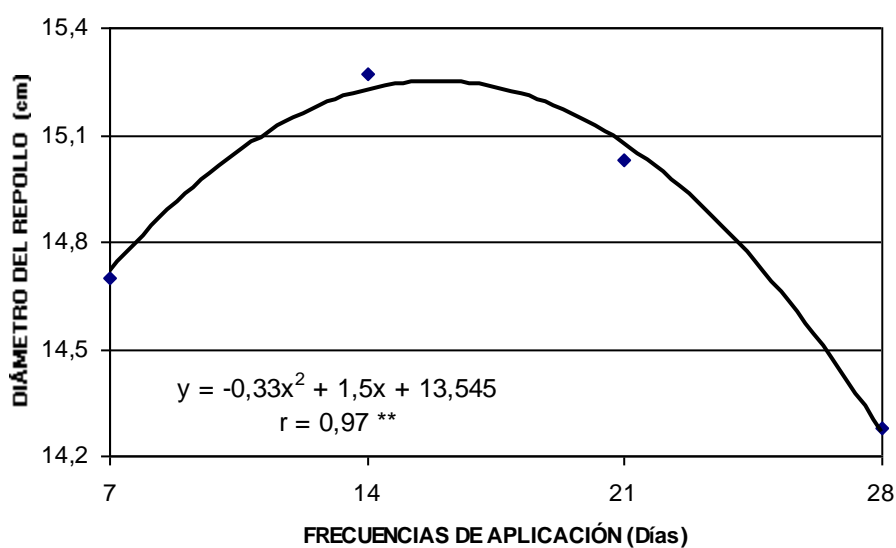


FIGURA 2. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus diámetro del repollo

Examinando la evaluación del crecimiento en diámetro del repollo al final del ensayo, como respuesta a la aplicación de microorganismos efectivos en tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación al cultivo de lechuga variedad Great lakes permite informar que, existió influencia en desarrollo de los repollos, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos presentaron mejores resultados que el testigo, en cuyo tratamiento el diámetro del repollo fue menor. Los repollos con mayor diámetro se alcanzaron en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l (D2), con el cual este crecimiento se incrementó en promedio de 0,76 cm, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis (D1); igualmente, al aplicar los microorganismos con la frecuencia de cada 14 días (F2), el diámetro del repollo se incrementó en promedio de 0,99 cm que lo registrado por los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4); lo que permite confirmar que, con la aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l con la frecuencia de cada 14 días, se obtienen repollos de mayor crecimiento en diámetro ecuatorial, lo que es bueno, por cuanto es sinónimo de mayor producción y productividad del cultivo. Es posible que sucedió lo expresado por Franz Peter Mau (2002), que los microorganismos efectivos generan un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades. Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar, por lo que las plantas se beneficiaron de los efectos benéficos de los microorganismos, obteniéndose pellas con mayores diámetros.

4.1.3. Peso del repollo

Mediante el anexo 3, se presentan los valores del peso del repollo, registrado al momento de la cosecha, en cada tratamiento con aplicación de microorganismos efectivos, cuyos valores fluctuaron desde 0,43 kg hasta 1,05 kg, con promedio general de 0,64 kg. Según el análisis de variancia (cuadro 11), se

observaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de microorganismos efectivos fue significativo a nivel del 1%. El factor frecuencias de aplicación reportó diferencias a nivel del 1%, con tendencia cuadrática significativa; no registrando significación la interacción entre dosis por frecuencias de aplicación. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 5%; siendo el coeficiente de variación de 19,33%, lo cual confiere alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,045	0,022	1,47 ns
Tratamientos	12	0,562	0,047	3,07 **
Dosis de microorg. (D)	2	0,255	0,127	8,47 **
Frecuencias de aplic. (F)	3	0,183	0,061	4,07 **
Tendencia lineal	1	0,059	0,059	3,88 ns
Tendencia cuadrática	1	0,103	0,103	6,78 *
Tendencia cúbica	1	0,020	0,020	1,34 ns
D x F	6	0,039	0,007	0,47 ns
Testigo versus resto	1	0,085	0,085	5,59 *
Error experimental	24	0,366	0,015	
Total	38	0,972		

Coef. de var. 19,33%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del peso del repollo, se detectaron dos rangos de significación (cuadro 12). Los repollos de mayor peso pertenecieron al tratamiento D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días), con el mayor promedio de 0,90 kg, ubicado en el primer rango; seguido de varios tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con pesos que van desde 0,82 kg hasta 0,55 kg. El menor peso de los repollos, por su parte, se observó en los tratamientos D1F4 (10 ml/10 l, cada 28 días), D3F4 (40 ml/10 l, cada 28 días) y el testigo, al compartir el segundo rango los promedios de 0,53 kg, 0,53 kg y 0,48 kg, para cada tratamiento, en su orden.

En cuanto al factor dosis de microorganismos efectivos, según la prueba de significación de Tukey al 5%, en el peso del repollo, se observaron dos

rangos de significación bien definidos (cuadro 13). Los repollos de mayor peso se

CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO

Tratamientos		Promedio (kg)	Rango
No.	Símbolo		
6	D2F2	0,90	a
7	D2F3	0,82	ab
5	D2F1	0,76	ab
2	D1F2	0,70	ab
10	D3F2	0,66	ab
8	D2F4	0,61	ab
11	D3F3	0,60	ab
9	D3F1	0,59	ab
1	D1F1	0,58	ab
3	D1F3	0,55	ab
4	D1F4	0,53	b
12	D3F4	0,53	b
13	T	0,48	b

obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos, en la dosis de 20 ml/10 l (D2), al ubicarse en le primer rango el promedio de 0,77 kg; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 40 ml/10 l (D3) y de los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 10 ml/10 l (D1) de microorganismos efectivos, al compartir el segundo rango, con pesos promedios de 0,60 kg y 0,59 kg, respectivamente, al compartir el segundo rango y los dos últimos lugares en la prueba. Lops microorganismos efectivos están conformados por bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso (Franz Peter Mau, 2002), lo que benefició el crecimiento del cultivo y la producción de repollos.

Con respecto al factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del peso del repollo, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, se observaron dos rangos de significación (cuadro 14). Los repollos reportaron mayor peso en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos con la frecuencia de cada 14 días (F2), con promedio de 0,76 kg, valor que se ubicó en el

primer rango; le siguen los tratamientos que recibieron aplicación de la frecuencia de

CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO

Dosis de microorganismos efectivos	Promedio (kg)	Rango
20 ml/10 l D2	0,77	a
40 ml/10 l D3	0,60	b
10 ml/10 l D1	0,59	b

cada 21 días (F3) y de los tratamientos con aplicación de la frecuencia de cada 7 días (F1), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 0,66 kg y 0,64 kg, respectivamente. Los repollos fueron de menor peso, en los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4), con promedio de 0,55 kg, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PESO DEL REPOLLO

Frecuencias de aplicación	Promedio (kg)	Rango
Cada 14 días F2	0,76	a
Cada 21 días F3	0,66	ab
Cada 7 días F1	0,64	ab
Cada 28 días F4	0,55	b

Gráficamente, mediante la figura 3, se representa la regresión cuadrática entre frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus el peso del repollo, cuya tendencia cuadrática de la parábola, ubicó los mejores resultados en los tratamientos con la aplicación del producto con la frecuencia de

cada 14 días (F2), con correlación cuadrática altamente significativa de 0,90 **.

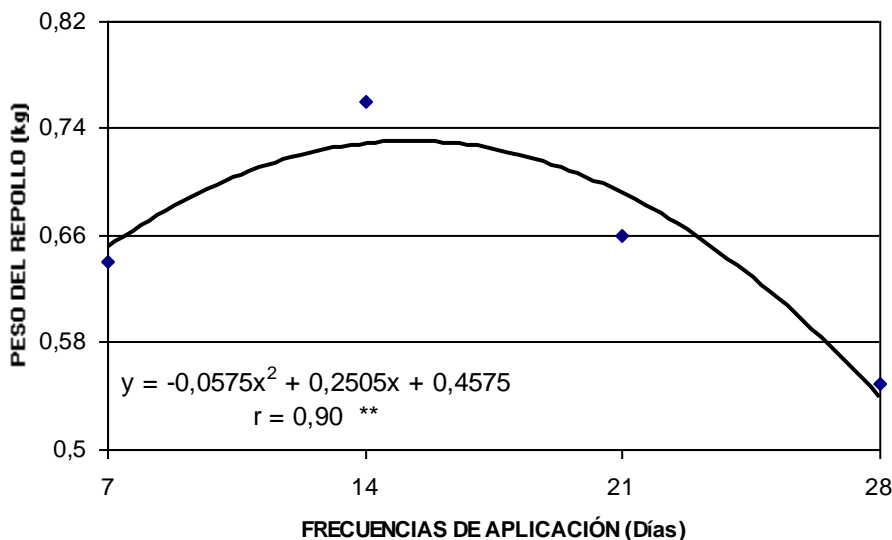


FIGURA 3. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus peso del repollo

Los resultados obtenidos de la evaluación del peso de repollo, en respuesta a la aplicación de microorganismos efectivos en tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación al cultivo de lechuga variedad Great lakes, permite afirmar que, existió influencia en desarrollo de los repollos, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos presentaron repollos con mayor peso, que el testigo, en cuyo tratamiento éste peso fue significativamente menor. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l (D2), con el cual el peso del repollo se incrementó en promedio de 0,18 kg, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis (D1); así mismo, al aplicar los microorganismos con la frecuencia de cada 14 días (F2), el peso del repollo se incrementó en promedio de 0,21 kg que lo registrado por los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4); lo que permite informar que, con la aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l y la frecuencia de cada 14 días, se obtienen repollos de mayor crecimiento en diámetro, superando el peso al resto de tratamientos, lo que es sinónimo de mayores rendimientos. Para Franz Peter Mau (2002), los microorganismos efectivos actúan como inoculante microbiano, restableciendo el equilibrio microbiológico del suelo,

mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; por lo que las plantas al ser beneficiadas por la acción de los microorganismos, desarrollaron pellas de mayor tamaño, consecuentemente de mayor peso, además de conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible

4.1.4. Longitud del sistema radicular

El anexo 4, indica los valores correspondientes al crecimiento en longitud del sistema radicular, registrado al momento de la cosecha, en cada tratamiento con aplicación de microorganismos efectivos, cuyas longitudes variaron desde 10,50 cm hasta 15,00 cm, con promedio general de 12,63 cm. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 15), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de microorganismos efectivos fue significativo a nivel del 1%. El factor frecuencias de aplicación reportó diferencias estadísticas a nivel del 1%, con tendencia cuadrática y cúbica altamente significativa; no registrando significación la interacción entre dosis por frecuencias de aplicación. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% y el coeficiente de variación fue de 8,77%, lo que confiere alta confiabilidad a los resultados estadísticos.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,609	0,305	0,25 ns
Tratamientos	12	46,892	3,908	3,19 **
Dosis de microorg. (D)	2	10,535	5,268	23,31 **
Frecuencias de aplic. (F)	3	20,808	6,936	5,66 **
Tendencia lineal	1	0,368	0,368	0,30 ns
Tendencia cuadrática	1	10,562	10,562	8,62 **
Tendencia cúbica	1	9,878	9,878	8,06 **
D x F	6	1,603	0,267	0,22 ns
Testigo versus resto	1	13,945	13,945	11,37 **
Error experimental	24	29,427	1,226	
Total	38	76,928		

Coef. de var. 8,77%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la longitud del sistema radicular, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 16). La longitud del sistema radicular fue mayor en los tratamientos D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días) y D3F2 (40 ml/10 l, cada 14 días), con promedios de 14,33 cm y 14,11 cm, respectivamente, al compartir el primer rango. Le siguen el resto de tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, con longitudes van desde 13,61 cm hasta 11,06 cm. La menor longitud del sistema radicular, por su parte, se observó en el tratamiento testigo, al ubicarse en el segundo rango el promedio de 10,56 cm, ubicado en el último lugar en la prueba.

CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Tratamientos		Promedio (cm)	Rango
No.	Símbolo		
6	D2F2	14,33	a
10	D3F2	14,11	a
7	D2F3	13,61	ab
2	D1F2	13,56	ab
8	D2F4	13,44	ab
5	D2F1	12,61	ab
11	D3F3	12,55	ab
4	D1F4	12,22	ab
12	D3F4	12,22	ab
9	D3F1	12,00	ab
3	D1F3	11,89	ab
1	D1F1	11,06	ab
13	T	10,56	b

En relación al factor dosis de microorganismos efectivos, según la prueba de significación de Tukey al 5%, en el crecimiento en longitud del sistema radicular, se detectaron dos rangos de significación (cuadro 17). Las plantas experimentaron mayor crecimiento en longitud del sistema radicular, en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos, en la dosis de 20 ml/10 l (D2), ubicado en el primer rango el promedio de 13,50 cm. Le siguen los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 40 ml/10 l (D3), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio de 12,72 cm; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 10 ml/10 l (D1) de microorganismos efectivos, reportaron las plantas con menor longitud radicular, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba el promedio de 12,18 cm, debido el proceso se inicia cuando la espora o conidia se adhiere a la cutícula del

insecto, luego se desarrolla un tubo germinativo y un apresorio con el cual se fija en la cutícula y con el tubo germinativo se da la penetración al interior del cuerpo del insecto. En la penetración participa un mecanismo físico y un químico. El primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las áreas esclerosadas, el mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasa y quitinasa (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2008).

CUADRO 17. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Dosis de microorganismos efectivos	Promedio (cm)	Rango
20 ml/10 l D2	13,50	a
40 ml/10 l D3	12,72	ab
10 ml/10 l D1	12,18	b

Examinando el factor frecuencias de aplicación, en la longitud del sistema radicular, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 18). La longitud del sistema radicular fue mayor en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos con la frecuencia de cada 14 días (F2), con promedio de 14,00 cm, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de la frecuencia de cada 21 días (F3) y de los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4) que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 12,68 cm y 12,63 cm, respectivamente. La menor longitud del sistema radicular reportaron los tratamientos con aplicación de la frecuencia de cada 7 días (F1), con promedio de 11,89 cm, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 18. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Frecuencias de aplicación	Promedio (cm)	Rango
Cada 14 días F2	14,00	a
Cada 21 días F3	12,68	ab
Cada 28 días F4	12,63	ab
Cada 7 días F1	11,89	b

La regresión cuadrática de la figura 4, entre frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus el crecimiento en longitud del sistema radicular, marcó la tendencia cuadrática de la parábola, ubicando los mejores resultados en los tratamientos con la aplicación del producto con la frecuencia de cada 14 días (F2), con correlación cuadrática significativa de 0,72 **.

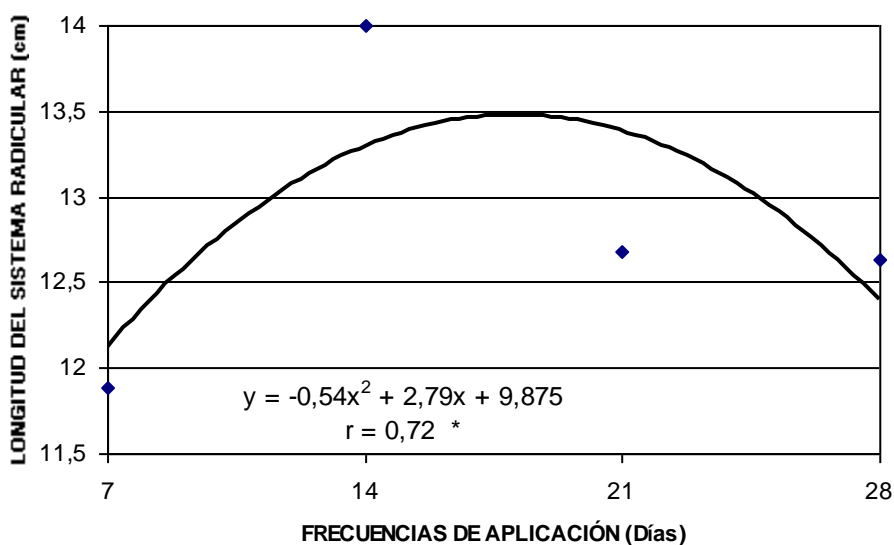


FIGURA 4. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus longitud del sistema radicular

Evaluando los resultados obtenidos del crecimiento en longitud del sistema radicular, frente a la acción de microorganismos efectivos aplicados en tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación al cultivo de lechuga variedad Great lakes, es posible afirmar que, existió influencia en desarrollo de la raíz, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos presentaron el sistema radicular significativamente más desarrollado, que el testigo, en cuyo tratamiento las raíces fueron de menor longitud. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l (D2), con el cual la longitud del sistema radicular se incrementó en promedio de 1,32 cm, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis (D1); igualmente, al aplicar los microorganismos con la frecuencia de cada 14 días (F2), ésta longitud se incrementó en promedio de 2,11 cm que lo registrado por los tratamientos de la frecuencia de cada 7 días (F1); por lo que es posible informar que,

la aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l con la frecuencia de cada 14 días, es el tratamiento adecuado para provocar mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, como también mejor desarrollo de los repollos, con un sistema radicular mucho más desarrollado en longitud. Según Sort (2002), Los efectos de los microorganismos efectivos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar: efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas, lo que influenció en el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, consiguiéndose consecuentemente incrementar la longitud del sistema radicular.

4.1.5. Rendimiento

En el anexo 5, se indican los valores correspondientes al rendimiento de repollos, registrado al momento de la cosecha, en cada tratamiento con aplicación de microorganismos efectivos, cuyos rendimientos variaron desde 120,73 kg/tratamiento hasta 253,91 kg/tratamiento, con promedio general de 168,03 kg/tratamiento. El análisis de variancia (cuadro 19), estableció diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor dosis de microorganismos efectivos fue significativo a nivel del 5%. El factor frecuencias de aplicación reportó diferencias estadísticas a nivel del 5%, con tendencia cuadrática altamente significativa; no registrando significación la interacción entre dosis por frecuencias de aplicación. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1% y el coeficiente de variación fue de 14,81%, lo que da alta confiabilidad a los resultados presentados.

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del rendimiento, se observaron dos rangos de significación (cuadro 20). El mayor rendimiento de repollo reportaron los tratamientos D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días) y D2F3 (20 ml/10 l, cada 21 días), con promedios de 218,60 kg/tratamiento y 207,70 kg/tratamiento, respectivamente, al compartir el primer rango. Le siguen el resto de tratamientos que compartieron el primero y segundo

CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIAS PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	2 877,755	1 438,878	2,32 ns
Tratamientos	12	25 979,057	2 164,924	3,49 **
Dosis de microorg. (D)	2	5 725,539	2 862,769	4,62 *
Frecuencias de aplic. (F)	3	7 123,479	2 374,493	3,83 *
Tendencia lineal	1	2 088,404	2 088,404	3,37 ns
Tendencia cuadrática	1	5 016,610	5 016,610	8,10 **
Tendencia cúbica	1	18,465	18,465	0,03 ns
D x F	6	6 583,549	1 097,258	1,77 ns
Testigo versus resto	1	6 546,489	6 546,489	10,57 **
Error experimental	24	14 870,155	619,590	
Total	38	43 726,968		

Coef. de var. 14,81%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

rangos, con rendimientos que van desde 189,66 kg/tratamiento hasta 154,06 kg/tratamiento. El menor rendimiento, por su parte, se observó en el tratamiento D1F4 (10 ml/10 l, cada 28 días) y en el testigo, al compartir el segundo rango con promedios de 130,73 kg/tratamiento y 123,15 kg/tratamiento, ubicados en los dos últimos lugares, en su orden.

CUADRO 20. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos		Promedio (kg/tratamiento)	Rango
No.	Símbolo		
6	D2F2	218,60	a
7	D2F3	207,70	a
2	D1F2	189,66	ab
5	D2F1	176,03	ab
11	D3F3	173,30	ab
9	D3F1	172,85	ab
12	D3F4	165,42	ab
1	D1F1	160,73	ab
3	D1F3	156,64	ab
10	D3F2	155,57	ab
8	D2F4	154,06	ab
4	D1F4	130,73	b
13	T	123,15	b

Analizando el factor dosis de microorganismos efectivos, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, en el rendimiento, se registraron dos rangos de significación (cuadro 21). El mayor rendimiento se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos, en la dosis de 20 ml/10 l (D2), al ubicarse en el primer rango el promedio de 189,10 kg/tratamiento; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 40 ml/10 l (D3), que compartieron el primero y segundo rangos, con rendimiento promedio de 159,44 kg/tratamiento; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de la dosis de 10 ml/10 l (D1) de microorganismos efectivos, reportaron el menor rendimiento, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba el promedio de 159,44 kg/tratamiento. Cuando los microorganismos efectivos incrementan su población en el sistema suelo-planta, la actividad como comunidad con los microorganismos naturales benéficos es también incrementada y la microflora en general se enriquece, balanceando los ecosistemas, inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos, suprimiendo las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades del suelo y de la planta (Hurtado 2010), lo que beneficio al cultivo especialmente con la aplicación de la dosis (D2).

CUADRO 21. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Dosis de microorganismos efectivos		Promedio (kg/tratamiento)	Rango
20 ml/10 l	D2	189,10	a
40 ml/10 l	D3	166,79	ab
10 ml/10 l	D1	159,44	b

En referencia al factor frecuencias de aplicación, en la evaluación del rendimiento, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron dos rangos de significación (cuadro 22). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos con la frecuencia de cada 14 días (F2), con promedio de 187,95 kg/tratamiento, valor que se

ubicó en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación de la frecuencia de cada 21 días (F3) y de los tratamientos con aplicación de la frecuencia de cada 7 días (F1), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 179,21 kg/tratamiento y 169,87 kg/tratamiento, respectivamente. El menor rendimiento, por su parte, reportaron los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4), con promedio de 150,07 kg/tratamiento, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 22. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Frecuencias de aplicación		Promedio (kg/tratamiento)	Rango
Cada 14 días	F2	187,95	a
Cada 21 días	F3	179,21	ab
Cada 7 días	F1	169,87	ab
Cada 28 días	F4	150,07	b

Gráficamente, mediante la figura 5, se representa la regresión cuadrática entre frecuencias de aplicación de microorganismos efectivos versus el rendimiento de repollo, cuya tendencia cuadrática de la parábola, ubicó los mejores resultados en los tratamientos con la aplicación del producto con la frecuencia de cada 14 días (F2), con correlación cuadrática altamente significativa de 0,99 **.

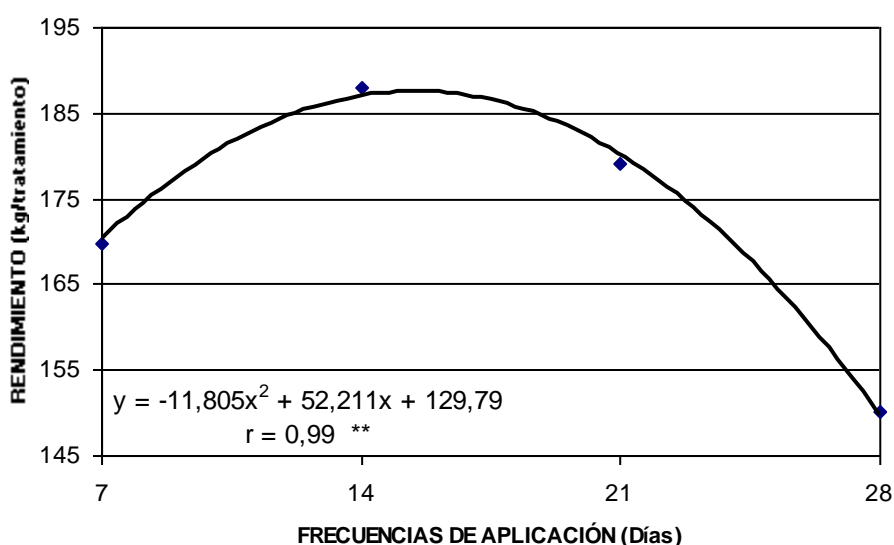


FIGURA 5. Regresión cuadrática para frecuencias de aplicación de

microorganismos efectivos versus rendimiento

De los valores observados en la evaluación estadística del rendimiento de repollos, frente a la acción de microorganismos efectivos aplicados en tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación al cultivo de lechuga variedad Great lakes, se demuestra que, al existir influencia favorable en desarrollo de las plantas, los rendimientos de los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos fue significativamente mejor, que el testigo, en cuyo tratamiento los rendimientos fueron los de menor valor. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l (D2), con el cual el rendimiento se incrementó en promedio de 29,66 kg/tratamiento, que lo obtenido en los tratamientos de la dosis (D1); igualmente, al aplicar los microorganismos con la frecuencia de cada 14 días (F2), el rendimiento se incrementó en promedio de 37,88 kg/tratamiento que lo registrado por los tratamientos de la frecuencia de cada 28 días (F4). Estos valores permiten inferir que, la aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l con la frecuencia de cada 14 días, es ideal para provocar mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, como también mejor desarrollo de los repollos, con un sistema radicular mucho más desarrollado, lo que se traduce a mejores rendimientos, con mayor producción y productividad del cultivo. Sort (2002), menciona que, los microorganismos efectivos actúan tomando sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los microorganismos efectivos incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos. Los hongos al entrar en contacto con nematodos, parasitan a las hembras y sus huevos, a las cuales les causa deformaciones y destrucción de ovarios y reducción de la eclosión. Produce toxinas que afectan el sistema nervioso y causan deformación del estilete de los nematodos, lo que reduce el daño y sus poblaciones (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2008).

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para evaluar la rentabilidad de la aplicación de microorganismos efectivos en

tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación, en el cultivo de lechuga variedad Great lakes, se determinaron los costos de producción del ensayo en 2 449 m² que constituyó el área de la investigación (cuadro 23), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 335,00 para mano de obra, \$ 461,25 para costos de materiales, dando el total de \$ 796,25.

CUADRO 23. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)

Labores	Mano de obra			Materiales					Costo total \$
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.	Costo unit. \$	Sub total \$	
Preparación de trampas	0,50	10,00	5,00	Tarrinas	unid.	10,00	0,10	1,00	6,00
				Melaza	kg	1,00	0,50	0,50	0,50
				Har. soya	kg	1,00	0,50	0,50	0,50
				Arroz	kg	1,00	0,60	0,60	0,60
Colocación de trampas	0,50	10,00	5,00	Azadón	día	1,00	0,25	0,25	5,25
				Mallas	m	0,50	3,50	1,75	1,75
Revisión de trampas	0,50	10,00	5,00					5,00	
Cosecha de EM	0,50	10,00	5,00	Azadón	día	1,00	0,25	0,25	5,25
Propagación de EM	0,50	10,00	5,00	Fundas	unid.	10,00	0,01	0,10	0,10
				Agua des.	l	5,00	0,50	2,50	7,50
				Balde	día	1,00	0,25	0,25	0,25
				Melaza	kg	1,00	0,50	0,50	0,50
				Suero	l	1,00	0,80	0,80	0,80
				Levadura	g	50,00	0,02	1,00	1,00
Arriendo del lote				Lote		1,00	40,00	40,00	40,00
Preparación del suelo			0,00	Tractor	día	1,00	80,00	80,00	80,00
Incorporac. mater. orgán.	2,00	10,00	20,00	Gallinaza	sacos	2,00	2,00	4,00	24,00
Delimitación de parcelas	2,00	10,00	20,00	Azadón	día	1,00	0,25	0,25	0,25
				Azadón	día	1,00	0,25	0,25	20,25
				Piola	rollo	1,00	0,25	0,25	0,25
				Estacas	unid.	20,00	0,03	0,50	0,50
				Flexómetro	día	1,00	0,25	0,25	0,25
				Combo	día	1,00	0,25	0,25	0,25
Elaboración de surcos	2,00	10,00	20,00	Azadón	día	1,00	0,25	0,25	20,25
Adquisición de plantas	1,00	10,00	10,00	Plantas	unid.	11700,00	0,02	234,00	244,00
Trasplante	4,00	10,00	40,00	Azadón	día	3,00	0,25	0,75	40,75
Aplicación de EM	6,00	10,00	60,00	EM	ml	100,00	0,80	80,00	140,00
				Bomba	día	3,00	0,50	1,50	1,50
				Azadón	día	1,00	0,25	0,25	60,25
Riegos	6,00	10,00	60,00	Agua	hora	12,00	0,50	6,00	6,00
				Azadón	día	1,00	0,25	0,25	20,25
Rascadillo	2,00	10,00	20,00	Azadón	día	1,00	0,25	0,25	20,25
Deshierbe y aporque	3,00	10,00	30,00	Azadón	día	2,00	0,25	0,50	30,50
Cosecha	3,00	10,00	30,00	Azadón	día	3,00	0,25	0,75	30,75
				Gavetas	día	5,00	0,25	1,25	1,25
Total			335,00					461,25	796,25

El cuadro 24, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos esta dada básicamente por el diferente precio de acuerdo a las dosis de aplicación de los microorganismos y por las distintas frecuencias de aplicación. 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 microorganismos efectivos en el ensayo.

CUADRO 24. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Mano de obra (\$)	Materiales (\$)	Aplicación de microorganismos efectivos (\$)	Costo total (\$)
D1F1	30,28	28,44	3,74	62,47
D1F2	26,14	28,44	3,74	58,33
D1F3	24,76	28,44	3,74	56,95
D1F4	24,07	28,44	3,74	56,26
D2F1	30,28	28,44	6,65	65,38
D2F2	26,14	28,44	6,65	61,24
D2F3	24,76	28,44	6,65	59,86
D2F4	24,07	28,44	6,65	59,17
D3F1	30,28	28,44	12,48	71,20
D3F2	26,14	28,44	12,48	67,06
D3F3	24,76	28,44	12,48	65,68
D3F4	24,07	28,44	12,48	64,99
T	19,23	28,44	0,00	47,67

El cuadro 25, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al rendimiento total de repollos cosechados por tratamiento, en las tres repeticiones, considerando el precio de un kilogramo de producto en \$ 0,20, para la época en que se sacó a la venta.

CUADRO 25. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg/tratamiento)	Precio de 1 kilogramo	Ingreso total
D1F1	482,18	0,20	96,44
D1F2	568,99	0,20	113,80
D1F3	469,92	0,20	93,98
D1F4	392,19	0,20	78,44
D2F1	528,09	0,20	105,62
D2F2	655,81	0,20	131,16
D2F3	623,09	0,20	124,62
D2F4	462,18	0,20	92,44
D3F1	518,54	0,20	103,71
D3F2	466,72	0,20	93,34
D3F3	519,91	0,20	103,98
D3F4	496,27	0,20	99,25
T	369,46	0,20	73,89

Los beneficios netos actualizados, presentan valores positivos en todos los tratamientos, en 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 tres

meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 1,07 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 1,07 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (cuadro 26).

CUADRO 26. 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
D1F1	96,44	62,47	0,97	64,55	31,89	0,49
D1F2	113,80	58,33	0,97	60,27	53,52	0,89
D1F3	93,98	56,95	0,97	58,85	35,14	0,60
D1F4	78,44	56,26	0,97	58,14	20,30	0,35
D2F1	105,62	65,38	0,97	67,56	38,06	0,56
D2F2	131,16	61,24	0,97	63,28	67,88	1,07
D2F3	124,62	59,86	0,97	61,86	62,76	1,01
D2F4	92,44	59,17	0,97	61,14	31,29	0,51
D3F1	103,71	71,20	0,97	73,57	30,13	0,41
D3F2	93,34	67,06	0,97	69,30	24,05	0,35
D3F3	103,98	65,68	0,97	67,87	36,11	0,53
D3F4	99,25	64,99	0,97	67,16	32,09	0,48
T	73,89	47,67	0,97	49,26	24,63	0,50

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

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a agosto del 2011

Período $n = 3$ meses de duración del ensayo

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

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos de la aplicación de microorganismos efectivos en tres dosis y cuatro frecuencias de aplicación, al cultivo de lechuga variedad Great lakes, permiten aceptar la hipótesis, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron aplicación, reportaron mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en el desarrollo de los repollos, por lo que se obtuvo un producto de mejor calidad, incrementándose significativamente los rendimientos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La aplicación de microorganismos efectivos en la dosis de 20 ml/10 l (D2), produjo los mejores resultados, tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como en la producción de repollos, al reportar los tratamientos que la recibieron, mayor crecimiento en altura de planta al final del ensayo (24,39 cm), como mejor crecimiento en diámetro del repollo (15,17 cm). El peso de los repollos se incrementó (0,77 kg); así como también la longitud del sistema radicular (13,50 cm), consecuentemente el rendimiento del cultivo fue mejor (189,10 kg/tratamiento), por lo que es la dosis de microorganismos que mejor influyó el entorno suelo planta, encontrando mejores condiciones de desarrollo, mejorando la producción y productividad del cultivo, sin afectar al ambiente con residuos de pesticidas y productos químicos.

La aplicación de microorganismos efectivos con la frecuencia de cada 14 días (F2), produjo los mejores resultados, por cuanto, las plantas reportaron en general mayor crecimiento y desarrollo de la parte vegetativa, como del sistema radicular, al obtenerse en éstos tratamientos mayor crecimiento en altura de planta al final del ensayo (23,91 cm), mejor crecimiento en diámetro del repollo (15,27 cm), siendo éstos de mayor peso (0,76 kg). La longitud del sistema radicular se incrementó (14,00 cm), reportando los más altos rendimientos (187,95 kg/tratamiento), por lo que es la frecuencia de aplicación que mejor potencia el efecto de los microorganismos tanto en las plantas como en el suelo, con el cual el cultivo se desarrolla de mejor forma, sin afectar al ambiente con el uso de productos químicos. La frecuencia de aplicación de cada 21 días (F3), se destacó especialmente con la segunda mejor altura de planta al final del ensayo (23,88 cm).

El testigo, que no recibió aplicación de microorganismos efectivos, presentó las plantas con el menor crecimiento y desarrollo, cuyos promedios siempre se ubicaron en los últimos rangos, con la menor altura de planta (22,22 cm), diámetro del repollo (13,51 cm), peso del repollo (0,48 kg), longitud del sistema radicular

(10,56 cm), consecuentemente, estos tratamientos reportaron los rendimientos más bajos (123,15 kg/tratamiento); lo que justifica desde el punto de vista agronómico la utilización de los microorganismos.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento D2F2 (20 ml/10 l, cada 14 días), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 1,07 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 1,07 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Para obtener plantas con mejor crecimiento y desarrollo; mejorando el sistema radicular; alcanzar repollos con mayor diámetro ecuatorial y mejor peso, consecuentemente para incrementar los rendimientos en el cultivo de lechuga variedad Great lakes, aplicar microorganismos efectivos en dosis de 20 ml/10 l de agua, con la frecuencia de cada 14 días, por cuanto, fue el tratamientos que mejores resultados reportó.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Fomentar el uso de microorganismos efectivos al cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes, como biocompescador de suelo y planta, en dosis de 20 ml/10 l de agua, con la frecuencia de 14 días.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

El impacto ambiental provocado por los pesticidas afecta a todos los seres vivos y no sólo a las denominadas plagas. Una de las razones de ello es el llamado “tiempo de carencia” o período que necesariamente debe transcurrir hasta que tales alimentos llegan a la población (a través de los alimentos). Y cuando hablamos de contaminación no sólo nos estamos refiriendo al consumo de tales alimentos; dicha población puede verse expuesta también a través de la degradación del suelo, aire y agua.

La tendencia al monocultivo crea ecosistemas simplificados y por lo tanto muy inestables que están sujetos especialmente a las enfermedades y a las plagas. Las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son particularmente evidentes en el campo del manejo de plagas agrícolas. La inestabilidad de los agroecosistemas se manifiesta a través del empeoramiento de la mayoría de los problemas de plagas, ligada con la expansión de los monocultivos a expensas de la vegetación natural.

Los efectos sociales de la adopción de éste paquete han sido desafortunadamente marginar a gran parte de la población rural, incrementar la diferencia entre los campesinos pobres y los ricos y aumentar la dependencia de los predios agrícolas. Debido a la degradación de los recursos naturales, en especial la erosión de los suelos, se observa que la productividad agrícola comenzó a declinar en los últimos años, denotando cierto agotamiento del campo.

6.3. OBJETIVOS

Mejorar la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes mediante la aplicación de microorganismos efectivos como biocompensador de suelo y planta.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El cultivo de lechuga en el Ecuador se lo realiza en zonas en donde se cuenta con una precipitación de 400–600 mm durante el ciclo del cultivo, 12 horas diarias de luminosidad y una temperatura que va entre 12 y 18°C. Como por ejemplo Izamba, Cunchibamba, en nuestra provincia.

Los diferentes tipos de microorganismos presentes en el EM (microorganismos efectivos), toman sustancias generadas por otros organismos, basando en ellas su funcionamiento y desarrollo; al mismo tiempo las sustancias secretadas por las plantas son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer. Durante su desarrollo los microorganismos efectivos sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Cuando los microorganismos efectivos incrementan su población en el sistema suelo-planta, la actividad como comunidad con los microorganismos naturales benéficos es también incrementada y la microflora en general se enriquece, balanceando los ecosistemas, inhibiendo la proliferación de microorganismos patógenos, suprimiendo las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades del suelo y de la planta.

6.5 IMPLEMENTACIÓN/PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Materiales para las trampas

Se procederá a la comprar 4 l de melaza, 1 lb de harina de soya, 10 lb de arroz cocido, 21 tarrinas plásticas, 1 funda banditas de hule y 10 pares de medias nylon pantalón color café.

6.5.2. Elaboración de las trampas

En cada tarrina se colocará 250 g de arroz cocido, luego se añadirá 15 g de harina de soya, mezclando, para proceder a incorporar 10 ml de melaza, observando que la mezcla tenga una consistencia pastosa. Seguidamente se realizarán cortes de 15 cm de diámetro de la media nylon para tapar las tarrinas y asegurar con las bandas de hule.

6.5.3. Cosecha de los microorganismos

Se ubicarán las diferentes trampas, observando que estén llenas de microorganismos, descartando las trampas fallidas. En un recipiente se incorporará el contenido de las trampas con ayuda de una varilla de agitación e incrementando 10 ml de agua destilada para que salga todo el residuo de las trampas. En el recipiente que se incorporó el contenido de las trampas se agitará con un movimiento de centrifugación durante 30 minutos; luego se colará con la ayuda de un tamiz fino.

6.5.4. Propagación de los microorganismos efectivos (EM)

En el recipiente se añadirá la solución de los EM madre, para mezclar con dos litros de melaza; esto se efectúa para que los microorganismos obtengan energía. Después de 10 minutos de la incorporación se incorporará 3 l de suero de leche (cuajada), Se agita por cinco minutos, para finalmente añadir la levadura de pan. Se agita durante el tiempo que sea necesario para que se disuelva por completo, se deja reposar por al menos 15 días para su aplicación.

6.5.5. Incorporación de materia orgánica

Se incorporará materia orgánica (gallinaza bien descompuesta) para todo el ensayo.

6.5.6. Elaboración de surcos

Las labores de preparación de surcado se harán manualmente con la ayuda de azadón.

6.5.7. Adquisición de plantas

Las plántulas de lechuga, variedad Great lakes, se adquirirán en el sector de Pelileo Viejo, las mismas que presentarán de cinco a siete hojas verdaderas y 55 días de edad.

6.5.8. Trasplante

El trasplante será manual con la ayuda de azadones, utilizando barra con medición y una regla para establecer las distancias de siembra.

6.5.9. Aplicación de microorganismos efectivos (EM)

La aplicación de los microorganismos efectivos será en dosis de 20 ml/10 l de agua, con la frecuencia de cada 14 días, por cuanto fue el tratamientos que mejores resultados reportó, efectuando la primera aplicación a los siete días del trasplante, realizando en total siete aplicaciones, utilizando bomba de mochila..

6.5.10. Riegos

Los riegos serán por gravedad, con la frecuencia de cada ocho días.

9.5.11. Rascadillo

El rascadillo se hará en forma manual, con la ayuda de un azadón y un rastrillo.

6.5.12. Deshierbe y aporque

Se efectuará conjuntamente en forma manual con la ayuda de un azadón y un rastrillo.

6.5.13. Cosecha

Al final del ciclo (90 días del trasplante), se cosecharán los repollos manualmente, con la ayuda de un azadón y gavetas.

BIBLIOGRAFÍA

Aldana, H.N. 2002. Producción agrícola. España, Terranova. P. 24.

Cáceres, R. 1976. Recomendación de fertilización para los principales cultivos del Ecuador. Trad. por Ismael Tufiño. Quito, Ec. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 52 p.

Dielhl, R.; Mateo Box, J.M.; Urbano Terron, P. 1982. Fitotecnia general. 2 ed. Madrid, Mundi-Prensa. 814 p.

Domínguez, G.T. 1971. El riego; su implantación y su técnica. Madrid, Dossat. 389 p.

Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos. 1976. Diagnóstico del Proyecto de Desarrollo Rural Integral para el Área de Quero, Provincia de Tungurahua. Quito. p. 32-37.

Franz Peter Mau. 2006. Microorganismos efectivos. Trad. por Marie Luise Schicht. Barcelona, Sintesis. 237 p.

FUNDAGRO. 1991. El cultivo tradicional de la lechuga en el Ecuador.. Quito. p. 25. (Folleto 13).

Holdridge, L.R. 1982. Ecología basado en las zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. p. 44,45. (Serie de libros y materiales educativos no. 34).

Hurtado, M. 2001. Cultivos vegetales. México, Trillas. 232 p.

Infoagro. 2010. El cultivo de lechuga. En línea. Consultado 12 de marzo del 2010. Disponible en www.infoagro.com.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.(INIAP). 2004. Informe técnico anual. Estudios de papa bajo riego y con fertirrigación (Necesidades de agua, manejo de riego). Riobamba (Ecuador).

Macías, L.; Reyes, L.; Robles, F. 2004. Guía para cultivar papa (en línea). Consultado Octubre del 2009. Disponible en: www.aguascalientes.gov.mx.html.

Maroto, J.V. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, España, Mundi-Empresa. p. 189–204.

Meier, H.M.. 1978. Plantas, cultivos y cosecha. Barcelona, Aedos. p. 182-186.

Ochse, J.J.; Soule, M.J.; Dijkman, M.J.; Wehlburg, C. 1974. Cultivo y mejoramiento de las plantas tropicales y subtropicales. Trad. por Alonso Blacklller V. México, Limusa. v. 2, 265 p.

Oyarzum, P.; Chamorro, F.; Córdova, J. 2002. Manejo integrado de enfermedades. In. El cultivo del en el Ecuador. M. Pumisacho; S. Sherwood. eds. Quito, Ec. INIAP–CIP. 85-169 p.

Parson, D. 1981. Manual para la educación agropecuaria. México, Trillas. 169 p.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2008. Microorganismos benéficos para la agricultura. Quito, Ecuador. 123 p.

Russell, W. 1968. Las condiciones del suelo. 4 ed. México, Aguilar. 801 p.

APÉNDICE

ANEXO 1. ALTURA DE PLANTA (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	22,57	22,67	23,17	68,41	22,80
2	D1F2	22,67	22,83	23,67	69,17	23,06
3	D1F3	22,67	23,40	23,50	69,57	23,19
4	D1F4	22,33	22,40	23,00	67,73	22,58
5	D2F1	24,33	24,50	24,00	72,83	24,28
6	D2F2	25,00	24,50	24,83	74,33	24,78
7	D2F3	24,50	24,50	24,33	73,33	24,44
8	D2F4	24,33	24,33	23,50	72,16	24,05
9	D3F1	22,33	23,33	24,00	69,66	23,22
10	D3F2	24,50	23,67	23,50	71,67	23,89
11	D3F3	23,67	23,67	24,67	72,01	24,00
12	D3F4	22,83	23,33	22,33	68,49	22,83
13	T	22,00	22,50	22,17	66,67	22,22

ANEXO 2. DIÁMETRO DEL REPOLLO (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	14,07	14,38	14,55	43,00	14,33
2	D1F2	14,74	14,57	15,50	44,81	14,94
3	D1F3	14,22	14,51	14,97	43,70	14,57
4	D1F4	14,13	14,18	13,12	41,43	13,81
5	D2F1	14,97	14,80	15,73	45,50	15,17
6	D2F2	15,23	15,34	16,10	46,67	15,56
7	D2F3	15,50	15,54	15,17	46,21	15,40
8	D2F4	15,10	14,36	14,24	43,70	14,57
9	D3F1	15,64	14,36	13,81	43,81	14,60
10	D3F2	14,74	14,51	16,73	45,98	15,33
11	D3F3	16,03	14,67	14,63	45,33	15,11
12	D3F4	15,42	14,22	13,75	43,39	14,46
13	T	13,54	13,80	13,20	40,54	13,51

ANEXO 3. PESO DEL REPOLLO (kg)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	0,70	0,43	0,61	1,74	0,58
2	D1F2	0,88	0,73	0,50	2,11	0,70
3	D1F3	0,56	0,55	0,53	1,64	0,55
4	D1F4	0,44	0,55	0,59	1,58	0,53
5	D2F1	0,67	0,77	0,83	2,27	0,76
6	D2F2	0,75	1,05	0,90	2,70	0,90
7	D2F3	0,58	0,94	0,94	2,46	0,82
8	D2F4	0,50	0,76	0,56	1,82	0,61
9	D3F1	0,43	0,57	0,76	1,76	0,59
10	D3F2	0,67	0,59	0,73	1,99	0,66
11	D3F3	0,54	0,50	0,76	1,80	0,60
12	D3F4	0,52	0,56	0,51	1,59	0,53
13	T	0,46	0,44	0,53	1,43	0,48

ANEXO 4. LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	11,00	10,67	11,50	33,17	11,06
2	D1F2	14,83	13,67	12,17	40,67	13,56
3	D1F3	11,33	11,83	12,50	35,66	11,89
4	D1F4	13,50	12,67	10,50	36,67	12,22
5	D2F1	13,33	10,83	13,67	37,83	12,61
6	D2F2	15,00	13,00	15,00	43,00	14,33
7	D2F3	14,83	13,67	12,33	40,83	13,61
8	D2F4	12,83	14,50	13,00	40,33	13,44
9	D3F1	12,33	10,50	13,17	36,00	12,00
10	D3F2	14,00	14,83	13,50	42,33	14,11
11	D3F3	11,33	12,83	13,50	37,66	12,55
12	D3F4	11,33	12,50	12,83	36,66	12,22
13	T	10,50	10,67	10,50	31,67	10,56

ANEXO 5. RENDIMIENTO (kg/tratamiento)

Tratamientos		Re p e t i c i o n e s			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	D1F1	183,00	123,45	175,73	482,18	160,73
2	D1F2	168,45	216,18	184,36	568,99	189,66
3	D1F3	159,82	157,55	152,55	469,92	156,64
4	D1F4	125,73	127,55	138,91	392,19	130,73
5	D2F1	174,36	144,82	208,91	528,09	176,03
6	D2F2	208,00	218,45	229,36	655,81	218,60
7	D2F3	174,36	253,91	194,82	623,09	207,70
8	D2F4	149,36	172,09	140,73	462,18	154,06
9	D3F1	133,45	164,36	220,73	518,54	172,85
10	D3F2	154,81	159,36	152,55	466,72	155,57
11	D3F3	155,27	143,91	220,73	519,91	173,30
12	D3F4	148,45	162,09	185,73	496,27	165,42
13	T	120,73	125,73	123,00	369,46	123,15

ANEXO 6. ILUSTRACIONES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MICROORGANISMOS



Colocación de arroz cocido en las trampas



Adición de harina de soya en el arroz



Se incorporó melaza



Mezcla de ingredientes



Las trampas se cubrieron con media nylon y se aseguraron



Ubicación de las trampas en el sitio



Cubrimiento de las trampas



Recolección de microorganismos



Elaboración de microorganismos



Solución madre