

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



VERÓNICA ELIZABETH PINTO TENORIO

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERA AGRÓNOMA**

**“OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE COLIFLOR (*Brassica olerace*
var. Botrytis) A TRAVÉS DE ACTIVADORES ECOLÓGICOS”**

AMBATO - ECUADOR

2013

La suscrita VERÓNICA ELIZABETH PINTO TENORIO, portadora de cédula de identidad número: 1803684479, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE COLIFLOR (*Brassica olerace var. Botrytis*) A TRAVÉS DE ACTIVADORES ECOLÓGICOS” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

VERÓNICA ELIZABETH PINTO TENORIO

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.

VERÓNICA ELIZABETH PINTO TENORIO

Fecha:

**“OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE COLIFLOR (*Brassica olerace* var.
Botrytis) A TRAVÉS DE ACTIVADORES ECOLÓGICOS”**

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski A.
TUTOR

Ing. Agr. Mg. Luciano Valle V.
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Mg. Segundo Curay Q.

Ing. Agr. Ph.D. Pedro Pomboza T.

DEDICATORIA

A Dios, porque señala mi camino, me acompaña y me consuela haciendo mi paso por los caminos de la vida más firmes y llenos de alegría.

De todo corazón a mi padre Oswaldo símbolo de nobleza, perseverancia y amor que dedican cada día todo su esfuerzo para lograr en mi este triunfo esperado.

A Fernando, mi esposo, que me acompaña en los buenos y malos momentos, me apoya y es mi motor de vida.

A Iker y Derlis, mis hijos que han llenado mi vida de amor profundo, cariño infinito y ternura eterna.

A mis hermanos y sobrinos, por siempre tenerme como su ejemplo y no dejar que nunca pierda mi camino, también por su amor de hermanos que en los momentos más difíciles supieron ser una fuente de aliento.

A mi tía Blanca y mis primos y a toda mi familia, a quienes han contribuido cada día a ser de mi un mejor ser humano.

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo de constancia de mi eterno agradecimiento a Dios y a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica.

A todos y cada uno de los profesores, quienes día a día impartieron sus conocimientos.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski Arcos, Tutor de este trabajo de investigación, quien con su amistad y colaboración constante, así como por sus conocimientos impartidos hizo que este trabajo culmine con éxito.

Al Ing. Agr. Mg. Luciano Valle Velástegui, Asesor Biometrista y al Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui, Asesor de Redacción Técnica, por sus consejos emitidos para el mejoramiento de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO 1	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	01
1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA	01
1.3. JUSTIFICACIÓN	02
1.4. OBJETIVOS	03
1.4.1 Objetivo general	03
1.4.2. Objetivos específicos	03
CAPÍTULO 2	04
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	04
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	04
2.2. MARCO CONCEPTUAL	04
2.2.1. Cultivo de coliflor	04
2.2.1.1. Origen	04
2.2.1.2. Clasificación taxonómica	05
2.2.1.3. Valor nutritivo	05
2.2.1.4. Descripción botánica	05
2.2.1.5. Requerimientos del cultivo	06
2.2.1.6. Manejo del cultivo	07
2.2.2. Activadores ecológicos	09
2.2.2.1. Trichoderma	09
2.2.2.2. Microorganismos eficientes (EM)	10
2.2.2.3. Tipos de microorganismos presentes	10
2.2.2.4. Humus de lombriz	11
2.2.2.5. Composición	12
2.3. HIPÓTESIS	12
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	12
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	13
CAPÍTULO 3	14
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	14
3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	14
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO	14

3.3.	CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	14
3.4.	FACTORES EN ESTUDIO	15
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.6.	TRATAMIENTOS	16
3.7.	CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	17
3.8.	DATOS TOMADOS	18
3.9.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	20
	CAPÍTULO 4	25
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1.	RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	25
4.1.1.	Porcentaje de emergencia	22
4.1.2.	Días a la emergencia	22
4.1.3.	Altura de plántula a los 25, 35 y 45 días	22
4.1.4.	Número de hojas a los 25, 35 y 45 días	22
4.1.5.	Diámetro de tallo a los 35 y 45 días	22
4.1.6.	Longitud del sistema radicular	22
4.1.7.	Porcentaje de sobrevivencia	22
4.2.	RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN	46
4.3.	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	49
	CAPÍTULO 5	47
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1.	CONCLUSIONES	47
5.2.	RECOMENDACIONES	48
	CAPÍTULO 6	50
	PROPUESTA	50
6.1.	TÍTULO	50
6.2.	FUNDAMENTACIÓN	50
6.3.	OBJETIVO	50
6.4.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	50
6.5.	IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	52
	BIBLIOGRAFÍA	54
	APÉNDICE	58

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	13
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	16
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE EMERGENCIA	22
CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE EMERGENCIA	23
CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE EMERGENCIA	24
CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE EMERGENCIA	245
CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA EMERGENCIA	26
CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA EMERGENCIA	27
CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA EMERGENCIA	27
CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN ACTIVADORES ECOLÓGICOS POR FRECUENCIAS DE ..	28
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 25, 35 Y 45 DÍAS	28
CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLÁNTULA A 45 DÍAS	30
CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS	31
CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS	31

CUADRO 15.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA NÚMERO DE HOJAS A LOS 25, 35 Y 45 DÍAS	32
CUADRO 16.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS	34
CUADRO 17.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS	36
CUADRO 18.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO DE TALLO A LOS 35 Y 45 DÍAS	38
CUADRO 19.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	39
CUADRO 20.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR	39
CUADRO 21.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA	41
CUADRO 22.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA	41
CUADRO 23.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA	42
CUADRO 24.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO	43
CUADRO 25.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	44
CUADRO 26.	INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	45
CUADRO 27.	CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%	45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Curva de crecimiento para altura de plántula, con respecto a activadores ecológicos	31
FIGURA 2. Curva de crecimiento para altura de plántula, con respecto a frecuencias de aplicación	33
FIGURA 3. Curva de crecimiento para número de hojas, con respecto a frecuencias de aplicación	36

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental Docente de Querochaca, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, ubicada en el sector El Tambo del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01° 21' de latitud Sur y 78° 36' de longitud Oeste, a la altitud de 2 800 msnm, con el objetivo de: determinar la eficiencia de tres activadores ecológicos (humus de lombriz A1, trichoderma A2 y microorganismos eficientes (EM) A3) aplicados en cuatro frecuencias (a la siembra F1, a la siembra y a los 15 días F2, a la siembra y a los 25 días F3 y a la siembra y a los 35 días F4) más un testigo, que faciliten la rápida germinación y crecimiento de las plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) hasta la época del trasplante.

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 3 x 4 + 1, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron 13, producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA) y pruebas de significación de Tukey al 5%, para tratamientos, activadores ecológicos, frecuencias de aplicación y para la interacción. El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (RBC).

Con la aplicación de microorganismos eficientes EM (A3), se alcanzaron los mejores resultados, obteniéndose: mayor porcentaje de emergencia (95,14%), menor tiempo en días a la emergencia (8,58 días), mayor crecimiento en altura de plántula a los 45 días (10,45 cm), con mejor desarrollo en longitud del sistema radicular (10,27 cm), alcanzándose los más altos porcentajes de sobrevivencia (100,00%), por lo que es el activador ecológico que mejor influyó en la producción de plántulas de coliflor, mejorando la calidad y las condiciones de las plántulas en el momento del trasplante.

Aplicando los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días de la siembra (F2), se obtuvieron los mejores resultados, lográndose mayores porcentajes de emergencia (93,06%), como mayor altura de plántula a los 45 días (9,99 cm) y mejor número de hojas a los 45 días (4,68 hojas), por lo que es la frecuencia de aplicación apropiada para mejorar la calidad de las plántulas al momento del trasplante, lo que asegura un mejor prendimiento y consecuentemente una mayor producción y productividad futura del cultivo.

La interacción entre microorganismos eficientes EM, aplicados al momento de la siembra y a los 15 días de la siembra (A3F2), produjo los mejores resultados, especialmente en los días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia de las plántulas (8,00 días), por lo que es el tratamiento apropiado para conseguir mejorar la producción de plántulas de coliflor, dotando de plántulas de calidad al productor de coliflor de la zona central del país, a más de incrementar los niveles de producción y productividad futuros del cultivo.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento A3F1 (microorganismos eficientes EM, aplicados a la siembra), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,37, donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,37 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inadecuada aplicación de activadores ecológicos produce baja producción de plántulas de coliflor en el sector del Tambo, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

En el Ecuador uno de los problemas por el que atraviesan los cultivos es el uso y abuso de la aplicación de fertilizantes químicos al suelo ya que éstos provocan serios problemas como el progresivo empobrecimiento y contaminación del suelo; el sector agrícola toma medidas y opta por la introducción de alternativas agronómicas para la producción, siendo una de ellas la utilización de activadores ecológicos (Suquilanda, 1996).

Los abonos son indispensables para la nutrición de las plantas, estos contienen elementos nutricionales que van desde nutrientes primarios, secundarios a micro elementos que son requeridos para el desarrollo e incremento en el rendimiento de los cultivos, mejorando de esta manera los ingresos económicos de los productores (Infoagro, 2012).

La coliflor se cultiva a lo largo del callejón interandino ecuatoriano porque tiene diversidad de climas y suelos, permitiendo que su cultivo se efectúe durante todo el año; sin embargo, no se da la atención necesaria para solucionar sus múltiples problemas con el fin de aumentar la productividad. La coliflor es de vital importancia para la alimentación humana por ser una de las hortalizas que posee alto valor nutritivo, es rica en proteínas, minerales como el calcio, hierro y vitaminas de los grupos A, B y C, se utiliza en tratamiento para personas anémicas y enfermedades como el escorbuto (Pillajo, 1984).

Los altos costos de producción, la contaminación del medio ambiente, y salud de los productores y consumidores, así como las exigencias de los mercados nacionales e internacionales han hecho sentir a los agricultores y profesionales del sector agropecuario, la necesidad de un cambio en el manejo de los cultivos y en nuestro caso del cultivo de la coliflor, que conduzca hacia una reducción paulatina de los agroquímicos y un cambio hacia una agricultura orgánica donde produzcan utilizando

las fuerzas de la naturaleza y con ello recuperando los equilibrios naturales en la microflora del suelo, en la entomofauna y en la vida microbiana (Agroconnection, 2001).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción orgánica de alimentos es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores, los primeros se ven beneficiados porque en sus fincas se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua, del aire y de sus productores, lo que hace mas sostenible la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad. Los consumidores se ven beneficiados en el sentido que tienen la seguridad de consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables y de alto valor nutritivo (Suquilanda, 2001).

La fertilización o abonadura es aquella que incorpora elementos necesarios, se procura mantener inalterado en lo posible el nivel nutritivo y la productividad de un terreno, o dar al mismo una fertilidad que no posee. Podemos definir por abonos todos aquellos materiales que, por contener uno o más elementos necesarios, responden al objetivo de la fertilización (Rigau, 1982).

El cultivo de coliflor no es uno de los cultivos más apetecidos por los horticultores de la provincia de Tungurahua, ya que la superficie sembrada es de apenas 475 ha; sin embargo es consumida por su alto valor nutricional que lo componen agua en un 92%; energía 24 Kcal; proteína 2,0 g; grasa 0,2 g; carbohidratos 4,9 g; fibra 0,9 g; calcio 29 mg; fósforo 46 mg; hierro 0,6 mg; sodio 15 mg; potasio 355 mg; ácido ascórbico 71,5 mg, entre otros. Al contener mayor cantidad de agua y potasio colabora con la eliminación de líquidos corporales y posteriormente la pérdida del exceso de peso de la persona quien la consuma (Cámara de Agricultura, 2012).

El sustrato ideal debe ser estable y no perder fácilmente sus cualidades físicas, debe ser ligero, con una baja densidad aparente, debe tener macroporos que permitan la aireación de las raíces, ser estéril, libre de organismos patógenos para las plantas; tener capacidad de retención de nutrientes, y para ello debe estar presente la materia

orgánica que tiene buena capacidad de intercambio iónico; y, debe permitir retener agua, pero sin poner en peligro la aireación (arbolesornamentales, 2013).

Con la presente investigación se pretende solucionar algunos de los problemas en el cultivo de la coliflor, mediante la aplicación de activadores ecológicos que se encuentran a disposición de los agricultores; los mismos que deben ser utilizados correctamente para que puedan alcanzar sus máximos beneficios y mejorar la calidad de las plántulas y por ende mejorar los rendimientos posteriores del cultivo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Producir plántulas de coliflor de óptima calidad en el sector El Tambo perteneciente al cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la eficiencia de tres activadores ecológicos que faciliten la rápida germinación y crecimiento de las plántulas de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis*).

Establecer la mejor frecuencia de aplicación de los activadores ecológicos en el desarrollo de plántulas de coliflor (*Bassica oleracea var. Botrytis*) hasta la época del trasplante.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La alimentación del suelo se puede hacer mediante la incorporación de materiales orgánicos de origen vegetal y animal, algunos alimentos puros y otros químicos complementarios permitidos por los organismos internacionales de agricultura orgánica por ejemplo: estiércoles, residuos de cosecha y de la agroindustria, humus de lombriz, ceniza, compost, cal de agrícola, roca fosfórica, azufre, hierro, boro, muriato de potasa y sulfato de cobre. La incorporación de estos materiales fertilizantes se deberá hacer por lo menos dos meses antes de la siembra mediante la labor de rastra; algunos materiales descompuestos tales como el compost y el humus de lombriz pueden aplicarse al cultivo en cobertura, sin peligro de dañarlo (Sica, 2013).

Los microorganismos eficientes son una combinación de varios microorganismos benéficos, de origen natural, que no han sido modificados genéticamente, fisiológicamente compatibles unos con otros y que están presentes en ecosistemas naturales; estos microorganismos coexisten en un medio líquido (Bueno, 2003).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Cultivo de coliflor

2.2.1.1. Origen

Cásseres (1971), cita que la coliflor se considera originaria de la costa oriental mediterránea, siendo cultivada primero en Italia para posteriormente ser introducida en Francia a mediados del siglo XVIII, extendiéndose rápidamente por todos los países meridionales de la costa mediterránea.

2.2.1.2. Clasificación taxonómica

Moroto (1983), señala la clasificación botánica de la coliflor de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	Olearacea
Nombre científico:	<i>Brassica oleracea</i>
Nombre común:	Coliflor

2.2.1.3. Valor nutritivo

Según Ocaña (1980), la coliflor como alimento es muy importante, pues es uno de los principales proveedores de vitamina C. 100 g de coliflor cruda en zumo, proporciona 100 mg de vitamina C, que es el doble de la naranja. Además las partes que son comestibles como las hojas, flores y tallos tienen los siguientes principios nutritivos: vitaminas: A1, B1, B2, C, K, U y minerales como el hierro, calcio, azufre, fósforo, potasio y magnesio.

2.2.1.4. Descripción botánica

Vigliola (1996) indica que la coliflor se caracteriza fundamentalmente por su corazón o su cogollo formado por una inflorescencia constituida por numerosas flores no desarrolladas que se unen alrededor de un eje central. Las características botánicas son:

2.2.1.4.1. Raíces

Son profundas y una zona radicular amplia que le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. Se adapta casi a cualquier tipo de suelos, pero como todos los vegetales, prefieren suelos no muy ligeros, uniformes, profundos con buen drenaje y con un pH de 6 a 7,5.

2.2.1.4.2. Tallos

Posee tallos carnosos y gruesos que emergen de axilas foliares formando inflorescencias, generalmente una central de mayor tamaño y otras laterales.

2.2.1.4.3. Hojas

Son de color verde oscuro algo rizado y festoneadas con un largo pecíolo, con los nervios marcados especialmente en el envés y cubierta de cera.

2.2.1.4.4. Semilla

La semilla es redonda de color negra o rojiza y de diámetro variado según la variedad (Canovas y Díaz, 1993).

2.2.1.5. Requerimientos del cultivo

2.2.1.5.1. Suelo

La coliflor es más exigente en cuanto al suelo que los restantes cultivos de su especie, necesitando suelos con buena fertilidad y con gran aporte de nitrógeno y de agua. En tierras de mala calidad o en condiciones desfavorables no alcanza un crecimiento óptimo. La coliflor es un cultivo que tiene preferencia por suelos porosos, no encharcados, pero que al mismo tiempo tengan capacidad de retener la humedad del suelo (Fernández y Quezada, 1992).

2.2.1.5.2. Agua

La coliflor es un cultivo que requiere de precipitación anual entre 800 – 1200 mm de agua, bien distribuidos durante el ciclo de producción. Es muy sensible a la sequía, sobre todo durante el periodo de crecimiento y floración de allí que es necesario asegurar la disponibilidad de agua para riego complementario, en el caso de que existiera déficit en la pluviosidad y de la selección de los suelos con buena capacidad de retención de humedad (Grower Guide, 1980).

2.2.1.5.3. Clima

La coliflor prospera mejor en climas fresco-húmedo y no tolera tanto calor como la col, debido a que sus pellas no se desarrollan bien en tiempos calurosos, ya que la coliflor es una hortaliza de clima fresco templado, con mucha humedad y que la temperatura promedio mensual óptima es de 15°C a 18°C (Fernández y Quezada, 1992).

2.2.1.6. Manejo del cultivo

2.2.1.6.1. Selección de semilla

Todas las semillas utilizadas son importadas, principalmente desde Estados Unidos de Norteamérica, por distribuidores locales. En una cadena de siembra automática se depositan las semillas en los alvéolos de unas bandejas de polietileno, que contienen un sustrato hortícola de tipo estándar y cuya superficie externa está recubierta de una fina capa de vermiculita, para mantener el grado higrométrico adecuado (Proexant, 1992).

2.2.1.6.2. Semillero

Maroto (1983), menciona que un semillero es una estrecha franja de terreno que reúne condiciones óptimas donde algunas plantas pasan su primera etapa de crecimiento antes de ser trasplantadas a otro terreno de

mayor superficie, existiendo semilleros portátiles, temporales y perennes, los mismos que pueden ser sobre nivel, bajo nivel o a nivel del suelo, de acuerdo a las condiciones ambientales y suelos existentes; el mismo autor señala que la siembra se puede realizar al voleo, en chorro continuo y al golpe.

2.2.1.6.3. Trasplante

El trasplante va unido a la plantación y juntos conducen a la instalación de las plántulas en el suelo definitivo para el cultivo. El trasplante consiste en cambiar la plántula de un lugar a otro y la plantación en colocarla en el suelo de cultivo, cuando está tenga suficiente desarrollo por lo general de 3 a 5 hojas verdaderas, preferiblemente es sembrar en horas de la tarde, con menos sol o en días nublados (Manual Agropecuario, 2002).

Maroto (1983), recomienda que el trasplante se realice a raíz desnuda cuando la planta presenta de cinco a seis hojas y una altura de 15 a 20 cm, esto se da cuando ha transcurrido de 30 a 50 días de la siembra.

Bolea (1985), manifiesta que las plantitas son aptas para el trasplante cuando tienen de cinco a seis hojas, en general al cabo de 45-50 días de la siembra. Hay que elegir las más robustas, con tallo corto, hojas bien desarrolladas. Se descartan las plantas ciegas o sea con ápices vegetativos dañados de algún modo o aquellas que presentan caracteres de cruzamiento, como hojas granujientas y de color verde oscuro.

2.2.1.6.4. Riego

Turchi (1990), manifiesta que los semilleros y las plantaciones de asiento veraniegas requieren poco agua cada vez, pero distribuida en turnos muy próximos de hasta 10-12 horas, mientras que en los cultivos en pleno campo y ya desarrollados puede distanciarse hasta siete días.

Suquilanda (1996), sostiene que la coliflor es una hortaliza que posee raíces poco profundas por tanto soportan menos la sequía y los riegos deben realizarse más frecuentes y livianos.

2.2.2. Activadores ecológicos

2.2.2.1. Trichoderma

Carrasco (2011), manifiesta que este hongo, actúa principalmente como agente antagonista de varias enfermedades en cultivos hortícolas. Adicionalmente posee características inductoras de desarrollo de raíces y por consiguiente puede incrementar la productividad de las plantas.

Ingrediente activo: *Trichoderma harzianum* 100%

Contiene: $2,5 \cdot 10^9$ ufc/ml de producto

Suquilanda (1996), menciona que al introducir en el suelo algún producto con este hongo, las cepas germinarán y desarrollarán un micelio óptimo y necesario para actuar frente a los patógenos que estén presentes en el suelo o que pudieran llegar a aparecer.

Los hongos antagonistas resultan importantes para el control biológico de los fitopatógenos. En este sentido, las especies del género *Trichoderma* se destacan entre las más utilizadas para el biocontrol de patógenos fúngicos del suelo. Estas especies presentan diferentes modos o mecanismos de acción que le permiten el control de los fitopatógenos. Entre estos mecanismos se encuentran: competencia por el sustrato, micoparasitismo, antibiosis, desactivación de enzimas del patógeno, resistencia inducida, entre otros. Mientras mayor sea la probabilidad de que un aislamiento de *Trichoderma*, manifieste varios modos de acción; más eficiente y duradero será el control sobre el patógeno, aspectos que no poseen los plaguicidas químicos (SciELO, 2013).

2.2.2.2. Microorganismos eficientes (EM)

Bueno (2003), menciona que los microorganismos eficientes (EMAS) son una combinación de varios microorganismos benéficos, de origen natural, que no han sido modificados genéticamente, son fisiológicamente compatibles unos con otros y están presentes en ecosistemas naturales. Estos microorganismos coexisten en un medio líquido.

Los EM son utilizados en agricultura porque mejoran las propiedades físico-químicas de los suelos, aumentan la micro flora bacteriana del mismo, promueven la descomposición de la materia orgánica utilizada en la elaboración de bioabonos, suprimen la acción de fitopatógenos, secretan fitohormonas que ayudan al crecimiento de los cultivos y actúan como correctores de la salinidad.

Hurtado (2001), indica que los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos. Principalmente están presentes organismos beneficiosos de cuatro géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades.

2.2.2.3. Tipos de microorganismos presentes

2.2.2.3.1. 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).

2.2.2.3.2. 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).

2.2.2.3.3. 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 actinomicetos (Franz Peter Mau, 2002).

2.2.2.4. Humus de lombriz

El humus es la materia orgánica degradada a un último estado de descomposición por efecto de microorganismos y que en consecuencia se encuentra químicamente estabilizada como coloide. El humus de lombriz es un excelente mejorador de las características físico-químicas de suelo por el alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos cuya acción combinada permite una entrega de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición que perdura en el suelo, su alta carga microbiana restaura la actividad biológica del suelo y opera mejorando la estructura. Como fertilizante bio-orgánico mejora las características organolépticas de las plantas (Rhon, 1989).

Se considera que el humus es el mejor abono orgánico del mundo. Se compone principalmente de carbono, nitrógeno oxígeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. La cantidad de estos elementos dependerán de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de lombrices (Docstoc, 2013).

2.2.2.4.1. Composición

Materia orgánica:	30%
Nitrógeno:	2,5%
Ácido húmico:	6%
Ácido fúlmico:	10%
Otros microelementos:	1%
Fósforo:	1 500 ppm
Potasio:	5 500 ppm
Magnesio:	43 000 ppm
Zinc:	10 245 ppm
Hierro:	60 000 ppm
Cobre:	3 280 ppm
Manganeso:	40 418 ppm
Carbono orgánico:	25 ppm

2.3. HIPÓTESIS

Ho. Con la aplicación de activadores ecológicos no se producirán plántulas de coliflor de óptima calidad en el sector de Querochaca, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

Ha. Con la aplicación de activadores ecológicos se producirán plántulas de coliflor de óptima calidad en el sector de Querochaca, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

2.4. VARIABLES DE LAS HIPÓTESIS

2.4.1. Variables independientes

Activadores ecológicos: humus de lombriz, trichoderma y microorganismos eficientes (EM).

Frecuencias de aplicación: a la siembra, a la siembra y a los 15 días, a la siembra y a los 25 días y a la siembra y a los 35 días.

2.4.2. Variables dependientes

Porcentaje de germinación, días a la germinación, altura de plántula, número de hojas, longitud de la raíz, diámetro de tallo y porcentaje de sobrevivencia.

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

Variables	Conceptos	Categorías	Indicadores	Índices
<u>Variable independiente</u>				
Activadores ecológicos	Productos orgánicos para incentivar el crecimiento y desarrollo de las plántulas	Humus de lombriz Trichoderma EMAS	Crecimiento y desarrollo de las plántulas	Cantidad aplicada
Frecuencias de aplicación	Período de tiempo entre aplicaciones	Tiempo	Siembra Siembra y 15 días Siembra y 25 días Siembra y 35 días	días días días días
<u>Variable dependiente</u>				
		Porcentaje de germinación	Porcentaje	%
		Días a la germinación	Tiempo	días
		Altura de plántula	Altura	cm
Crecimiento y desarrollo de las plántulas	Calidad de plántulas obtenidos al momento del trasplante	Número de hojas	Número	Núm.
		Diámetro de tallo	Diámetro	cm
		Longitud de la raíz	Longitud	cm
		Porcentaje de sobrevivencia	Porcentaje	%

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación fue cuali-cuantitativo, pues determinó el activador ecológico y la frecuencia de aplicación con la finalidad de obtener plántulas de mejor calidad.

La modalidad es de tipo mixto debido a que se realizó el análisis bibliográfico como el documental en la ejecución del trabajo en el campo.

El tipo de investigación es experimental ya que trata de determinar el mejor activador ecológico y la adecuada frecuencia de aplicación para obtención de plántulas de mejor calidad.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental Docente de Querochaca, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica, ubicada en el sector El Tambo de cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01° 21' de latitud Sur y 78° 36' de longitud Oeste, a la altitud de 2 800 msnm (sistema de posicionamiento global, GPS).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

El lugar presenta un clima favorable para la agricultura, pues la temperatura promedio es de 12,5°C desde el año 2005 al 2009, medidas en la Estación Meteorológica ubicada en la Granja Experimental Querochaca, de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato. Presenta una pluviometría de 623,23 mm/año promedio en similar periodo con una temporada seca de tres meses (agosto a octubre). La humedad relativa se encuentra en el 77%.

3.3.2. Suelo

El suelo que predomina en el sector es de textura franco arenosa con una estructura granular, con pH de 6,5, presentando una profundidad efectiva que va desde los 0,50 m hasta 1,30 m. Son suelos de color claro.

3.3.3. Agua

La propiedad cuenta con agua de riego del sistema Ambato-Huachi-Pelileo módulo 28. Con un caudal de 28 litros por segundo y pH de 7,9.

3.3.4. Zona de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1982), la zona en la cual se desarrolló el estudio corresponde a la formación bosque seco-Montano Bajo (bs-MB) en transición con estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

3.3.5. Cultivos

Los cultivos predominantes en la zona son: maíz blanco, arveja, papa de variedades Cecilia y Semíchola, a más de alfalfa de variedades morada y blanca. Existe en la zona cultivos frutales predominantes como: mora, tomate de árbol, pera, aguacate, claudia y capulí.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Activadores ecológicos

Humus de lombriz	A1
Trichoderma	A2
Microorganismos eficientes (EM)	A3

3.4.2. Frecuencias

A la siembra	F1
A la siembra y a los 15 días	F2
A la siembra y a los 25 días	F3
A la siembra y a los 35 días	F4

3.4.3. Testigo

Sin aplicación de activadores orgánicos.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 3 x 4 + 1 testigo, con tres repeticiones.

3.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron 13, producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo, como se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Activadores ecológicos	Frecuencias de aplicación
1	A1F1	Humus de lombriz	A la siembra
2	A1F2	Humus de lombriz	A la siembra y 15 días
3	A1F3	Humus de lombriz	A la siembra y 25 días
4	A1F4	Humus de lombriz	A la siembra y 35 días
5	A2F1	Trichoderma	A la siembra
6	A2F2	Trichoderma	A la siembra y 15 días
7	A2F3	Trichoderma	A la siembra y 25 días
8	A2F4	Trichoderma	A la siembra y 35 días
9	A3F1	Microorg. eficientes (EM)	A la siembra
10	A3F2	Microorg. eficientes (EM)	A la siembra y 15 días

11	A3F3	Microorg. eficientes (EM)	A la siembra y 25 días
12	A3F4	Microorg. eficientes (EM)	A la siembra y 35 días
13	T		

3.6.1. Análisis estadístico

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factor activadores ecológicos y factor frecuencias de aplicación, así como para la interacción entre los dos factores.

El análisis económico de los tratamientos se realizó siguiendo la metodología del cálculo de la relación beneficio costo (RBC), para cada tratamiento evaluado.

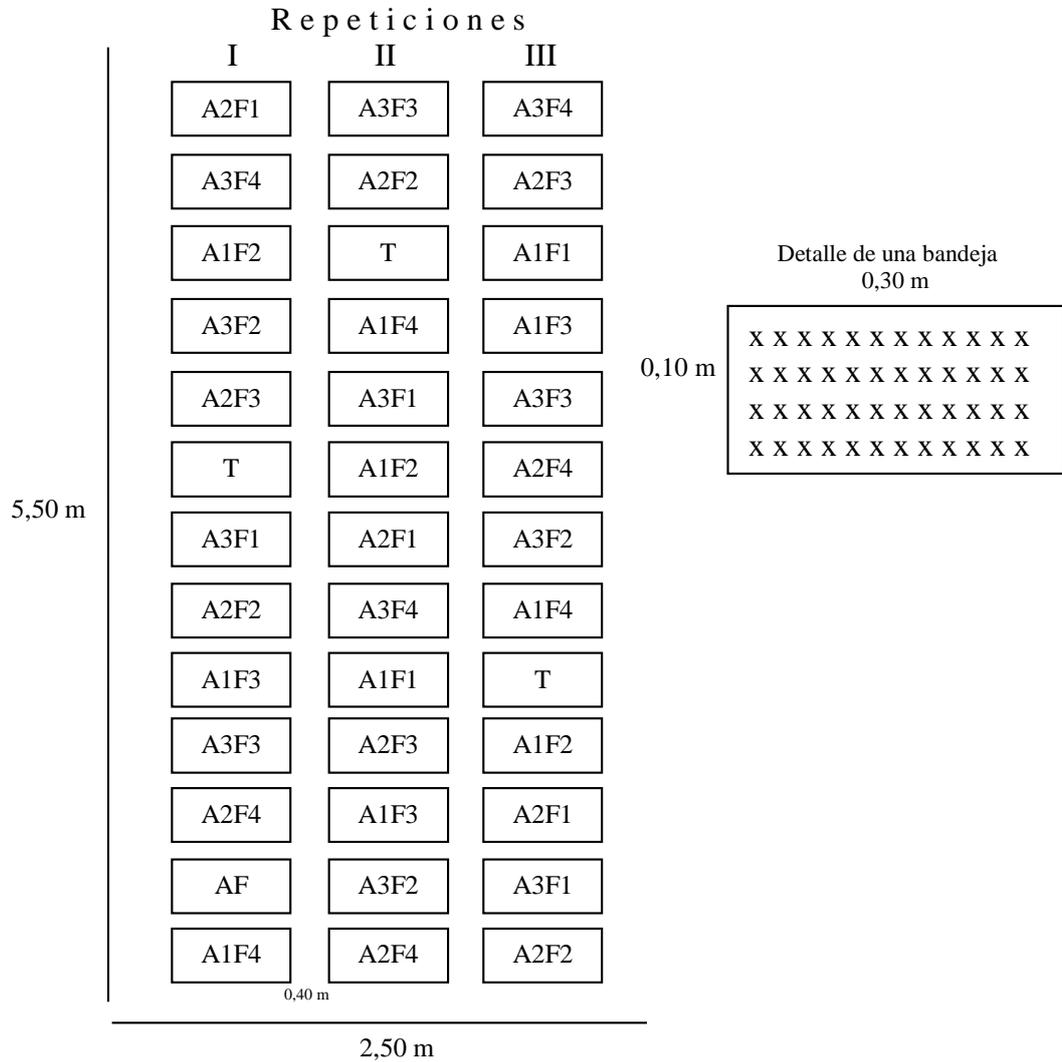
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Cada parcela experimental constó de una bandeja plástica en donde se desarrollaron las plántulas, con las siguientes características:

Ancho de la bandeja:	10 cm
Largo de la bandeja:	30 cm
Número de plántulas por bandeja:	48 plántulas
Número de plántulas analizar:	10
Número total de bandejas:	39
Número total de plántulas:	1 872
Espacio entre bloques:	0,40 m
Espacio entre bandejas:	0,30 m
Área por bandeja:	0,03 m ²
Área total de bandejas:	1,17 m ²
Área total del ensayo:	13,75 m ²
Área de caminos:	12,58 m ²

Profundidad del alveolo: 10 cm

3.7.1. Esquema de la disposición del ensayo



3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1. Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia de cada uno de los tratamientos se determinó a los 15 días de la siembra, efectuando la lectura a 10 plántulas tomadas al azar de la parcela neta.

3.8.2. Días a la emergencia

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando se produjo la emergencia del 80% de plántulas de la parcela neta. La lectura se hizo a diez plántulas tomadas al azar de la parcela neta.

3.8.3. Altura de plántula

Se registró la altura de la plántula midiendo con regla graduada desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja más alta, a diez plántulas tomadas al azar de la parcela neta. Las lecturas se efectuaron a los 25, 35 y 45 días de la siembra.

3.8.4. Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas verdaderas por plántula, registrando a diez plántulas tomadas al azar de la parcela neta. Las lecturas se efectuaron a los 25, 35 y 45 días de la siembra.

3.8.5. Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se registró con calibrador Vernier, midiendo en la parte media del tallo a diez plántulas tomadas al azar de la parcela neta. Las lecturas se efectuaron a los 35 y 45 días de la siembra.

3.8.6. Longitud del sistema radicular

La longitud del sistema radicular se obtuvo midiendo con regla graduada desde el cuello de la plántula hasta el ápice de la raíz más larga, a 10 plántulas tomadas al azar de cada parcela neta. La lectura se hizo al final del ensayo (45 días de la siembra).

3.8.7. Porcentaje de sobrevivencia

Al final del ensayo (45 días de la siembra), se contabilizó el número de plántulas vivas, en el total de plántulas de la bandeja, llevando los valores a porcentaje.

3.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. Adquisición de la semilla

La semilla de coliflor se adquirió en una casa comercial de la ciudad de Ambato, las mismas que estuvieron previamente desinfectadas.

3.9.2. Características del sombreador

Se construyó un sombreador cuyas medidas fueron de 3 m de largo por 3 m de ancho, cubierto con sarán de tal manera que cubrió todo el área del ensayo.

3.9.3. Preparación del sustrato

El sustrato que se utilizó fue turba Klasman, previamente desinfectado.

3.9.4. Características de las bandejas germinadoras

Las bandejas germinadoras fueron de material plástico, de 30 cm de largo por 10 cm de ancho y 10 cm de profundidad, con capacidad para germinar 48 semillas por bandeja.

3.9.5. Llenado de bandejas

Se colocó el sustrato en cada alveolo de la bandeja para que se produzca la germinación de las semillas.

3.9.6. Siembra

Se procedió a la siembra (una semilla por golpe) en cada alveolo de las bandejas germinadoras, distribuidas de acuerdo al diseño experimental establecido.

3.9.7. Aplicación de los activadores ecológicos

Los activadores ecológicos se aplicaron de acuerdo a las frecuencias de aplicación planteadas para el ensayo. Para la aplicación de EM, en un litro de agua se añadió 2 ml de EM, mezclando bien. Para la aplicación de humus de lombriz se agregó en un litro de agua 1 ml de solución y para la aplicación de trichoderma, se agregó 2 ml de producto en un litro de agua. Para la aplicación al momento de la siembra, se colocaron las semillas más el producto en remojo por el lapso de 24 horas. Para las aplicaciones posteriores se utilizó un rociador, con el cual se aplicó el producto mojando el sustrato hasta que quedó totalmente húmedo.

3.9.8. Riegos

Se realizaron riegos manuales en las primeras horas de la mañana, una vez al día, utilizando regadera.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Porcentaje de emergencia

En el anexo 1, se indican los valores del porcentaje de emergencia obtenido en cada tratamiento, con porcentajes que van desde 66,67% hasta 100%, con promedio general fue de 86,70%. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 3), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. El factor activadores ecológicos reportó significación a nivel del 1%, como también el factor frecuencias de aplicación. La interacción entre los dos factores fue no significativa; mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 6,39%, cuya magnitud confiere elevada confiabilidad a los resultados que se presentan.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	130,829	65,415	2,13 ns
Tratamientos	12	2357,584	196,465	6,40 **
Activadores ecológicos (A)	2	1196,686	598,343	19,48 **
Frecuencias de aplicación (F)	3	484,133	161,378	5,25 **
A x F	6	177,624	29,604	0,96 ns
Testigo versus resto	1	499,142	499,142	16,25 **
Error experimental	24	737,102	30,713	
Total	39	3225,515		

Coeficiente de variación: 6,39%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Ejecutando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el porcentaje de emergencia, se establecieron cuatro rangos de significación (cuadro 4). El mayor porcentaje de emergencia reportó el tratamiento A3F2 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 15 días), con emergencia promedio de

97,22%, ubicado en el primer rango, así como los tratamientos A2F2 (trichoderma, a la siembra y 15 días), A3F3 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 25 días) y A3F4 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 35 días) que compartieron el primer rango, con promedios que van desde 95,83% hasta 94,44%. Les siguen varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores, con promedios que van desde 93,75% hasta 86,11%. El menor porcentaje de emergencia de plántulas, por su parte, se observó en el testigo, con el menor promedio de 74,31%, ubicado en el cuarto rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Tratamientos		Promedio (%)	Rango
No.	Símbolo		
10	A3F2	97,22	a
6	A2F2	95,83	a
11	A3F3	95,14	a
12	A3F4	94,44	a
9	A3F1	93,75	ab
7	A2F3	87,50	abc
8	A2F4	86,81	abcd
2	A1F2	86,11	abcd
3	A1F3	82,64	bcd
4	A1F4	78,47	bcd
5	A2F1	77,78	cd
1	A1F1	77,08	d
13	T	74,31	d

Evaluando el factor activadores ecológicos en el porcentaje de emergencia, la prueba de significación de Tukey al 5% separó los promedios en tres rangos de significación bien definidos (cuadro 5). El mayor porcentaje de emergencia se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), al ubicarse en el primer rango con promedio de 95,14%. Le siguen los tratamientos de Trichoderma (A2), que se ubicaron en el segundo rango, con promedio de 86,98%; en tanto que, los tratamientos de humus de lombriz (A1), reportaron el menor porcentaje de emergencia, con el menor promedio de 81,08%, ubicado en el tercer rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 5. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Activadores ecológicos	Promedio (%)	Rango
Microorg. eficientes (EM) (A3)	95,14	a
Trichoderma (A2)	86,98	b
Humus de lombriz (A1)	81,08	c

En cuanto al factor frecuencias de aplicación en el porcentaje de emergencia, según la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación (cuadro 6). El porcentaje de emergencia fue mayor en los tratamientos que se aplicaron los activadores ecológicos a la siembra y a los 15 días (F2), con promedio de 93,06%, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación a la siembra y a los 25 días (F3) y a la siembra y a los 35 días (F4), con promedios de 88,43% y 86,57%, respectivamente, que compartieron el primero y segundo rangos; mientras que, el menor porcentaje de emergencia se observó en los tratamientos que recibieron aplicación al momento de la siembra (F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 82,87%.

CUADRO 6. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Frecuencias de aplicación	Promedio (%)	Rango
A la siembra y 15 días (F2)	93,06	a
A la siembra y 25 días (F3)	88,43	ab
A la siembra y 35 días (F4)	86,57	ab
A la siembra (F1)	82,87	b

Los valores observados permiten deducir que, los activadores ecológicos y las frecuencias de aplicación influenciaron favorablemente en la

emergencia de las plántulas, por cuanto, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron mejores porcentajes que el testigo. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con el cual el porcentaje de emergencia superó en promedio de 14,06% que los tratamientos de humus de lombriz (A1). Así mismo, con la aplicación de los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días (F2), se alcanzaron los más altos porcentajes, superando en promedio de 10,19%, que los tratamientos de la frecuencia F1 (al momento de la siembra); lo que permite inferir que, los microorganismos eficientes (EM) aplicados a la siembra y a los 15 días de la siembra, es el tratamiento apropiado para obtener mejores porcentajes de emergencia de plántulas de coliflor, lo que es bueno para obtener mayor producción de plántulas. Según Ecologic (2012), 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 influyó mejorando las condiciones para que se produzca la emergencia de las plántulas, consiguiéndose consecuentemente incrementar los porcentajes de emergencia.

4.1.2. Días a la emergencia

El anexo 2, presenta los valores de los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se produjo la emergencia del 80% de plántulas, cuyos promedios variaron entre 7,00 días y 11,00 días, con promedio general de 9,36 días. Ejecutando el análisis de variancia (cuadro 7), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. El factor activadores ecológicos reportó significación a nivel del 1%. El factor frecuencias de aplicación fue no significativo. La interacción entre los dos factores reportó significancia a nivel del 5%; mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. El coeficiente de variación fue de 7,33%, cuyo valor bajo, dota de aceptable confiabilidad a los resultados reportados.

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA EMERGENCIA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,051	0,026	0,06 ns
Tratamientos	12	27,641	2,303	4,90 **
Activadores ecológicos (A)	2	9,500	4,750	10,11 **
Frecuencias de aplicación (F)	3	3,639	1,213	2,58 ns
A x F	6	8,944	1,491	3,17 *
Testigo versus resto	1	5,558	5,558	11,82 **
Error experimental	24	11,282	0,470	
Total	39	38,974		

Coeficiente de variación: 7,33%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación de los días a la emergencia, se registraron tres rangos de significación (cuadro 8). Mayor precocidad a la emergencia reportó el tratamiento A3F2 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 15 días), con promedio de 8,00 días, ubicado en el primer rango; seguido por los tratamientos A2F3 (trichoderma, a la siembra y 25 días) y A3F3 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 25 días) que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio compartido de 8,33 días. Les siguen varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores con promedios que van desde 8,67 días hasta 9,67 días. Los días a la emergencia fueron más tardíos en el tratamiento A1F1 (humus de lombriz, a la siembra) y en el testigo, con promedio compartido de 10,37 días, ubicados en el tercer rango y último lugar en la prueba.

Examinando el factor activadores ecológicos en los días a la emergencia, según la prueba de significación de Tukey al 5% se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 9). Mayor precocidad a la emergencia

CUADRO 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA EMERGENCIA

Tratamientos		Promedio (días)	Rango
No.	Símbolo		
10	A3F2	8,00	a
7	A2F3	8,33	ab

11	A3F3	8,33	ab
12	A3F4	8,67	abc
5	A2F1	9,00	abc
4	A1F4	9,33	abc
9	A3F1	9,33	abc
2	A1F2	9,67	abc
3	A1F3	9,67	abc
8	A2F4	9,67	abc
6	A2F2	10,33	bc
1	A1F1	10,67	c
13	T	10,67	c

reportaron los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con promedio de 8,58 días, al ubicarse en el primer rango, seguido de los tratamientos de Trichoderma (A2), que compartieron el primer rango, con promedio de 9,33 días; mientras que, los tratamientos de humus de lombriz (A1), fueron más tardíos a la emergencia, con promedio de 9,83 días, ubicado en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA EMERGENCIA

Activadores ecológicos	Promedio (días)	Rango
Microorg. eficientes (EM) (A3)	8,58	a
Trichoderma (A2)	9,33	a
Humus de lombriz (A1)	9,83	b

Ejecutando la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción activadores ecológicos por frecuencias de aplicación, en la evaluación de los días a la emergencia, se registraron tres rangos de significación (cuadro 10). La mayor precocidad a la emergencia se obtuvo en la interacción A3F2 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 15 días), con promedio de 8,00 días, ubicado en el primer rango; seguido por las interacciones A2F3 (trichoderma, a la siembra y 25 días) y A3F3 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 25 días) que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio compartido de 8,33 días. Les siguen varias interacciones que compartieron el primer rango con rangos inferiores con promedios que van desde 8,67 días hasta 9,67 días. Los días a la emergencia fueron más tardíos

en la interacción A1F1 (humus de lombriz, a la siembra), con promedio de 10,67 días, ubicados en el tercer rango y último lugar en al prueba.

CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN ACTIVADORES ECOLÓGICOS POR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA EMERGENCIA

Interacción A x F	Promedio (días)	Rango
A3F2	8,00	a
A2F3	8,33	ab
A3F3	8,33	ab
A3F4	8,67	abc
A2F1	9,00	abc
A1F4	9,33	abc
A3F1	9,33	abc
A1F2	9,67	abc
A1F3	9,67	abc
A2F4	9,67	abc
A2F2	10,33	bc
A1F1	10,67	c

Los resultados obtenidos permiten afirmar que, la aplicación de los activadores ecológicos y las frecuencias influenciaron favorablemente en el tiempo a la emergencia de las plántulas, debido a que, en general, los tratamientos que recibieron aplicación de productos, acortaron los días a la emergencia que lo obtenido en el testigo. Es así que, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con el cual los días a la emergencia se acortaron en promedio de 1,25 días que los tratamientos de humus de lombriz (A1), que fueron los más tardíos; por lo que es posible inferir que, la aplicación de microorganismos eficientes (EM), es el tratamiento adecuado con el cual se acortan significativamente los días a la emergencia, de las plántulas de coliflor, a más de obtenerse mejores porcentajes de emergencia. Para Franz Peter Mau (2002), los microorganismos eficientes 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 plántulas al ser beneficiadas por la acción de los microorganismos, desarrollaron mejor,

produciéndose la emergencia en menor tiempo, además de conservar los recursos naturales, generando una agricultura limpia y sostenible

4.1.3. Altura de plántula a los 25, 35 y 45 días

Mediante los anexos 3, 4 y 5, se indican los valores del crecimiento en altura de plántula a los 25, 35 y 45 días de la siembra, cuyas alturas fluctuaron entre 1,71 cm y 3,78 cm con promedio general de 2,53 cm a los 25 días, entre 3,31 cm y 4,97 cm con promedio general de 4,40 cm a los 35 días y entre 6,01 cm y 10,99 cm con promedio general de 9,11 cm a los 45 días. Mediante el análisis de variancia para las tres lecturas (cuadro 11), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos en la lectura a los 45 días. El factor activadores ecológicos reportó significación a nivel del 1%, como también el factor frecuencias de aplicación. La interacción entre los dos factores no reportó significancia; mientras que el testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. Los coeficientes de variación fueron de 15,52%, 10,11% y 8,65%, para cada lectura, en su orden, los mismos que dan confiabilidad a los resultados evaluados.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la altura de plántula a los 45 días, se detectaron cinco rangos de significación (cuadro 12). La altura de plántula fue mayor en el tratamiento A3F2 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 15 días), con promedio de 10,79 cm, ubicado en el primer rango, como también en el tratamiento A3F4 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 35 días), con promedio de 10,48 cm, al compartir el primer rango, en su orden; seguidos de los tratamientos A3F3 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 25 días) y A3F1 (microorg. eficientes EM, a la siembra), que

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 25, 35 Y 45 DÍAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	A los 25 días		A los 35 días		A los 45 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,131	0,85 ns	0,485	2,45 ns	0,344	0,55 ns
Tratamientos	12	0,154	1,00 ns	0,101	0,51 ns	4,831	7,78 **

Activ. ecol. (A)	2	0,112	0,73 ns	0,367	1,85 ns	13,933	22,44 **
Frec. aplic. (F)	3	0,199	1,29 ns	0,026	0,13 ns	3,311	5,33 **
A x F	6	0,169	1,10 ns	0,061	0,31 ns	0,490	0,79 ns
Test. vs. resto	1	0,019	0,12 ns	0,037	0,19 ns	17,235	27,76 **
Error experim.	24	0,154		0,198		0,621	
Total	39						
Coef. de var. =		15,52%		10,11%		8,65%	

ns = no significativo
* = significativo al 5%
** = significativo al 1%

compartieron el primero y segundo rangos, con promedios de 10,33 cm y 10,20 cm, respectivamente. El resto de tratamientos se ubicaron y compartieron rangos inferiores, encontrando al testigo, en el último rango y lugar, con el menor crecimiento en altura de plántula, promedio de 6,80 cm.

CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLÁNTULA A 45 DÍAS

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo	(cm)	
10	A3F2	10,79	a
12	A3F4	10,48	a
11	A3F3	10,33	ab
9	A3F1	10,20	ab
6	A2F2	9,96	abc
7	A2F3	9,36	abcd
2	A1F2	9,21	abcd
8	A2F4	9,16	abcd
3	A1F3	8,85	abcde
5	A2F1	8,06	bcde
4	A1F4	7,79	cde
1	A1F1	7,39	de
13	T	6,80	e

En relación al factor activadores ecológicos en el crecimiento en altura de plántula a los 45 días, aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% se observaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 13). El crecimiento en altura de plántula fue mayor en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con promedio de 10,45 cm, al ubicarse en el primer rango, seguido de los tratamientos de Trichoderma (A2), que compartieron el primer rango, con promedio de 9,14 cm; en tanto que, los tratamientos de humus de lombriz (A1), experimentaron el menor crecimiento en altura de plántula, con promedio de 8,31 cm, ubicado en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS

Activadores ecológicos	Promedio (cm)	Rango
Microorg. eficientes (EM) (A3)	10,45	a
Trichoderma (A2)	9,14	b
Humus de lombriz (A1)	8,31	b

Mediante la figura 1, se grafica la curva de crecimiento en altura de plántula, con respecto a activadores ecológicos, en las tres lecturas efectuadas, en donde se observa que a los 45 días de la siembra existieron diferencias en el crecimiento, destacándose especialmente los tratamientos que recibieron aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con los mejores resultados, reportando la mayor altura de plántula.

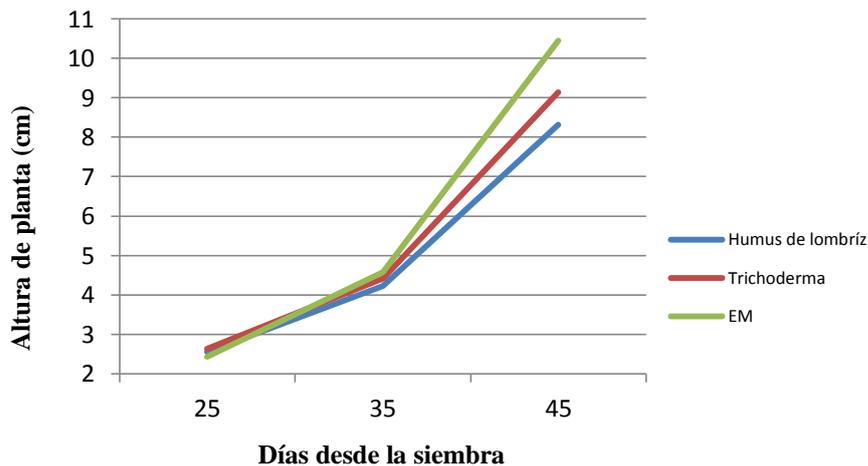


FIGURA 1. Curva de crecimiento para altura de plántula, con respecto a activadores ecológicos

En referencia al factor frecuencias de aplicación en la altura de plántula a los 45 días, ejecutando la prueba de significación de Tukey al 5%, se registraron dos rangos de significación (cuadro 14). La mayor altura de plántula se obtuvo en los tratamientos que se aplicaron los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días (F2), con promedio de 9,99 cm, ubicado en el primer rango; seguido de los

tratamientos que recibieron aplicación a la siembra y a los 25 días (F3) y a la siembra y a los 35 días (F4), con promedios de 9,51 cm y 9,14 cm, respectivamente, que compartieron el primero y segundo rangos; mientras que, la menor altura de plántula se registró en los tratamientos que recibieron aplicación al momento de la siembra (F1), al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba, con promedio de 8,55 cm.

CUADRO 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS

Frecuencias de aplicación	Promedio (cm)	Rango
A la siembra y 15 días (F2)	9,99	a
A la siembra y 25 días (F3)	9,51	ab
A la siembra y 35 días (F4)	9,14	ab
A la siembra (F1)	8,55	b

Gráficamente, mediante la figura 2, se ilustra la curva de crecimiento en altura de plántula versus frecuencias de aplicación, en las tres lecturas efectuadas, en donde se observa que a los 45 días de la siembra existieron diferencias en el crecimiento, destacándose especialmente los tratamientos que recibieron los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días (F2), con los mejores resultados en el crecimiento en altura de plántula, por lo que fue el activador apropiado para mejorar la propagación de la coliflor.

Analizando la evaluación estadística del crecimiento en altura de plántula a los 45 días, es posible informar que, los activadores ecológicos y las frecuencias de aplicación influenciaron favorablemente en el crecimiento y

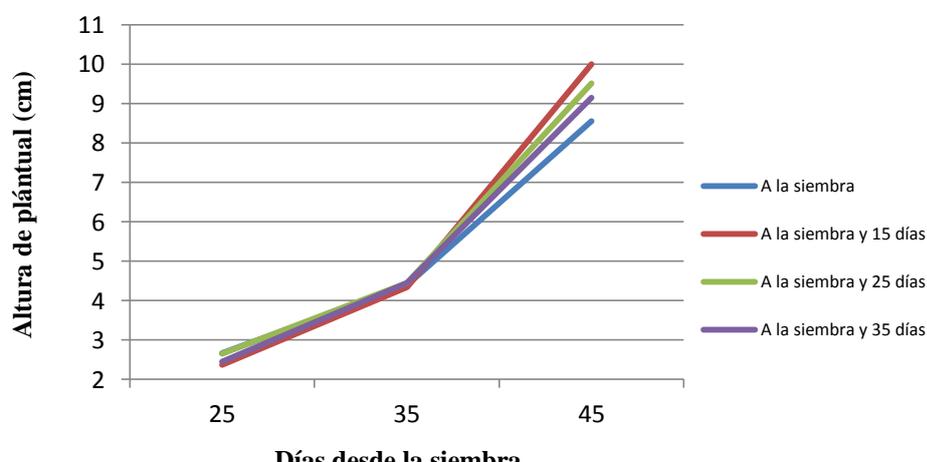


FIGURA 2. Curva de crecimiento para altura de plántula, con respecto a frecuencias de aplicación

desarrollo de las plántulas, por cuanto, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron mejores alturas que el testigo, el mismo que fue el de menor altura. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con el cual la altura de plántula superó en promedio de 2,14 cm que los tratamientos de humus de lombriz (A1). Así mismo, con la aplicación de los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días (F2), se alcanzaron mejores alturas, superando en promedio de 1,44 cm, a los tratamientos de la frecuencia F1 (al momento de la siembra); lo que permite inferir que, los microorganismos eficientes (EM) aplicados a la siembra y a los 15 días de la siembra, es el producto y la frecuencia ideal para alcanzar plántulas de coliflor más desarrolladas, con mayor vigorosidad, lo que es un indicativo de mayor producción. Es posible que haya sucedido lo manifestado por Ecologic (2012), que los microorganismos eficientes 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, lo que influyó sobre las plántulas, las que encontraron mejores condiciones de desarrollo.

4.1.4. Número de hojas a los 25, 35 y 45 días

Los valores correspondientes al número de hojas a los 25, 35 y 45 días de la siembra, se registran en los anexos 6, 7 y 8, respectivamente, cuyos números variaron entre 1,30 y 2,70 con promedio general de 2,02 hojas a los 25 días, entre 2,80

y 3,90 con promedio general de 3,38 hojas a los 35 días y entre 3,20 y 4,90 con promedio general de 4,26 hojas a los 45 días. Según el análisis de variancia para las tres lecturas (cuadro 15), se observaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos en la lectura a los 45 días. El factor frecuencias de aplicación reportó significación a nivel del 1%, mientras que los activadores ecológicos fueron no significativos, como también la interacción entre los dos factores. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%. Los coeficientes de variación fueron de 11,25%, 10,56% y 5,49%, para cada lectura, en su orden, cuyas magnitudes confieren alta confiabilidad a los resultados presentados.

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA NÚMERO DE HOJAS A LOS 25, 35 Y 45 DÍAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	A los 25 días		A los 35 días		A los 45 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,059	1,14 ns	0,007	0,06 ns	0,016	0,30 ns
Tratamientos	12	0,032	0,62 ns	0,080	0,63 ns	0,514	9,38 **
Activ. ecol. (A)	2	0,012	0,24 ns	0,017	0,13 ns	0,026	0,47 ns
Frec. aplic. (F)	3	0,042	0,82 ns	0,035	0,28 ns	0,943	17,15 **
A x F	6	0,038	0,75 ns	0,136	1,07 ns	0,047	0,85 ns
Test. vs. resto	1	0,009	0,17 ns	0,008	0,06 ns	3,005	54,87 **
Error experim.	24	0,051		0,127		0,055	
Total	39						
Coef. de var. =		11,25%		10,56%		5,49%	

ns = no significativo
 * = significativo al 5%
 ** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el número de hojas a los 45 días, se observaron cuatro rangos de significación (cuadro 16). El mayor número de hojas se apreciaron en los tratamientos A2F2 (trichoderma, a la siembra y 15 días) y A3F2 (microorg. eficientes EM, a la siembra y 15 días), con promedio compartido de 4,73 hojas, ubicados en el primer rango; seguidos de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores, con promedios que van desde 4,57 hojas hasta 4,37 hojas. El menor número de hojas, por su parte, se detectó en el testigo, al ubicarse en el cuarto rango y último lugar en la prueba, con promedio de 3,30 hojas.

CUADRO 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo		
6	A2F2	4,73	a
10	A3F2	4,73	a
2	A1F2	4,57	ab
11	A3F3	4,47	ab
8	A2F4	4,43	ab
3	A1F3	4,40	ab
4	A1F4	4,37	ab
7	A2F3	4,37	ab
12	A3F4	4,33	abc
9	A3F1	4,03	bc
1	A1F1	4,00	bc
5	A2F1	3,67	cd
13	T	3,30	d

Evaluando el análisis estadístico del número de hojas a los 45 días, con respecto a frecuencias de aplicación, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 17). El mayor número de hojas reportaron los tratamientos que se aplicaron los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días (F2), con promedio de 4,68 hojas, ubicado en el primer rango; seguido de los tratamientos que recibieron aplicación a la siembra y a los 25 días (F3) y a la siembra y a los 35 días (F4), con promedios de 4,41 hojas y 4,38 hojas, respectivamente, que compartieron el primer rangos; mientras que, el menor número de hojas experimentaron los tratamientos que recibieron aplicación al momento de la siembra (F1), al ubicarse en le segundo rango, con promedio de 3,90 hojas.

La figura 3, muestra la curva de crecimiento para número de hojas por plántula versus frecuencias de aplicación, en las tres lecturas efectuadas, en donde se observa que a los 45 días de la siembra existieron diferencias en el número de hojas, destacándose especialmente los tratamientos que recibieron los activadores ecológicos en la frecuencia de al momento de la siembra y a los 15 días (F2), con los mejores resultados en el desarrollo de nuevas hojas, por lo que fue el activador apropiado para mejorar la propagación de la coliflor y obtener plántulas más vigorosas.

CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR FRECUENCIAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS

Frecuencias de aplicación	Promedio	Rango
A la siembra y 15 días (F2)	4,68	a
A la siembra y 25 días (F3)	4,41	a
A la siembra y 35 días (F4)	4,38	a
A la siembra (F1)	3,90	b

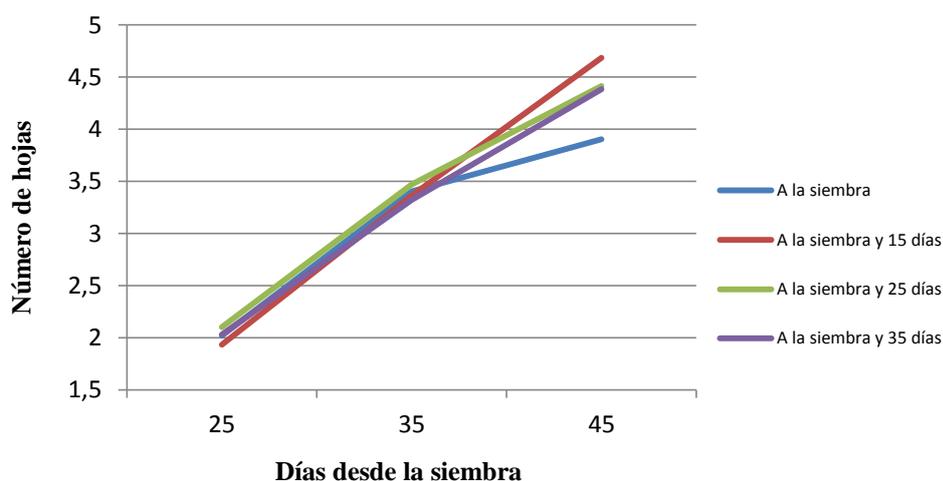


FIGURA 3. Curva de crecimiento para número de hojas, con respecto a frecuencias de aplicación

Examinando los valores del número de hojas por plántula a los 45 días, es posible apreciar que, los activadores ecológicos y las frecuencias de aplicación influenciaron favorablemente en el desarrollo de nuevas hojas, debido a que, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron mayor número de hojas que el testigo, el cual no recibió aplicación de productos. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días (F2), superando el número de hojas en promedio de 0,78 hojas, que los tratamientos de la frecuencia F1 (al momento de la siembra); lo que permite inferir que la aplicación de los activadores ecológicos a la siembra y a los 15 días de la siembra, es el tratamiento adecuado para obtener

plántulas más desarrolladas, con mayor número de hojas, lo que mejorará consecuentemente la producción y productividad del cultivo de coliflor por parte del productor final del cultivo. Es posible que haya sucedido lo expresado por Franz Peter Mau (2002), que los microorganismos efectivos generan un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plántulas, 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 plántulas se beneficiaron de los efectos benéficos de los microorganismos, obteniéndose mayor número de hojas por plántula.

4.1.5. Diámetro de tallo a los 35 y 45 días

Mediante los anexos 9 y 10, se detallan los valores del diámetro de tallo a los 35 y 45 días de la siembra, respectivamente, cuyos diámetros variaron entre 0,11 cm y 0,15 cm con promedio general de 0,13 cm a los 35 días y entre 0,21 cm y 0,29 cm, con promedio general de 0,25 cm a los 45 días. Aplicando el análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 18), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El factor activadores ecológicos, como el factor frecuencias de aplicación fueron no significativas. La interacción entre los dos factores reportó ausencia de significación, como también la comparación testigo versus resto de tratamientos. Los coeficientes de variación fueron de 9,19% y 6,18%, para cada lectura, en su orden, valores que confieren alta confiabilidad a los resultados presentados.

La evaluación estadística del crecimiento en diámetro de tallo, permite informar que, los activadores ecológicos y las frecuencias de aplicación no influenciaron relevantemente en este crecimiento, al no obtenerse significación

CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO DE TALLO A LOS 35 Y 45 DÍAS

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 35 días		A los 45 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,00008	0,60 ns	0,001	2,10 ns
Tratamientos	12	0,00014	1,03 ns	0,00023	0,95 ns
Activadores ecológ. (A)	2	0,000069	0,53 ns	0,0003	1,20 ns
Frecuencias de aplicac. (F)	3	0,00011	0,85 ns	0,00016	0,64 ns
A x F	6	0,00018	1,38 ns	0,00028	1,12 ns
Testigo versus resto	1	0,000085	0,65 ns	0,0000008	0,003 ns
Error experimental	24	0,00013		0,00025	
Total	39				

Coef. de var. (%) =

9,19%

6,18%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

estadística en el ADEVA, por lo que los diámetros de tallo fueron prácticamente igual entre todos los tratamientos. Es posible que, las plántulas en estas primeras etapas de crecimiento, aún no demuestren la influencia de los activadores ecológicos, lo que no sucedió con el resto de variables, en donde se observaron diferencias en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

4.1.6. Longitud del sistema radicular

La longitud del sistema radicular registrado al final del ensayo, para cada tratamiento, se muestran en el anexo 11, cuyas longitudes variaron desde 6,46 cm hasta 12,91 cm, con promedio general de 9,27 cm. El análisis de variancia (cuadro 19), estableció diferencias estadísticas significativas a nivel del 5% para el factor activadores ecológicos, sin encontrar diferencias entre tratamientos, factor activadores ecológicos e interacción entre los dos factores. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 5%; mientras que el coeficiente de variación fue de 15,74%, el cual confiere alta confiabilidad a los resultados evaluados.

Con respecto a la influencia de los activadores ecológicos en el crecimiento en longitud del sistema radicular, la prueba de significación de Tukey al 5%, separó los promedios en dos rangos de significación (cuadro 20). La longitud de

CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	4,688	2,344	1,10 ns
Tratamientos	12	47,513	3,959	1,86 ns
Activadores ecológicos (A)	2	19,832	9,916	4,66 *
Frecuencias de aplicación (F)	3	11,466	3,822	1,79 ns
A x F	6	2,587	0,431	0,20 ns
Testigo versus resto	1	13,627	13,627	6,40 *
Error experimental	24	51,124	2,130	
Total	39	103,325		

Coefficiente de variación: 15,74%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

la raíz experimentó mayor crecimiento en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con promedio de 10,27 cm, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos de Trichoderma (A2), que compartieron el primero y segundo rangos, con promedio de 9,59 cm; en tanto que, los tratamientos de humus de lombriz (A1), registraron el menor crecimiento en longitud de la raíz, con promedio de 8,47 cm, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR

Activadores ecológicos	Promedio (cm)	Rango
Microorg. eficientes (EM) (A3)	10,27	a
Trichoderma (A2)	9,59	ab
Humus de lombriz (A1)	8,47	b

En cuanto a la evaluación estadística del crecimiento en longitud del sistema radicular, se puede deducir que, los activadores ecológicos y las frecuencias de aplicación influenciaron favorablemente en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plántulas, por cuanto, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron mejores longitudes que el testigo, el mismo que fue el de menor longitud. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de

microorganismos eficientes (EM) (A3), con el cual la longitud del sistema radicular superó en promedio de 1,80 cm a los tratamientos de humus de lombriz (A1), que reportaron el menor valor. Estos resultados permiten inferir que, la aplicación de microorganismos eficientes (EM), es el activador ecológico que mejor influyó en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, obteniéndose a más de mayor altura de plántula y mejor número de hojas, mayor longitud del sistema radicular, por lo que las plántulas de coliflor resistirán mejor el estrés producido por el trasplante. Los EM según Bueno (2003), son utilizados en agricultura porque mejoran las propiedades físico-químicas de los suelos, aumentan la micro flora bacteriana del mismo, promueven la descomposición de la materia orgánica utilizada en la elaboración de bioabonos, suprimen la acción de fitopatógenos, secretan fitohormonas que ayudan al crecimiento de los cultivos y actúan como correctores de la salinidad, lo que benefició el crecimiento y desarrollo de las plántulas, como también del sistema radicular.

4.1.7. Porcentaje de sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia registrado al final del ensayo, para cada tratamiento, se indica en el anexo 12, cuyos porcentajes variaron desde 85,42% hasta 100,00%, con promedio general de 97,86%. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 21), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor activadores ecológicos reportó significación a nivel del 1%. El factor frecuencias de aplicación fue no significativo, al igual que la interacción entre los dos factores. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel del 1%; en tanto que, el coeficiente de variación fue de 1,00%, cuya magnitud dota de adecuada confiabilidad a los resultados presentados.

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en el porcentaje de sobrevivencia, estableció cuatro rangos de significación (cuadro 22). El mayor porcentaje de sobrevivencia se obtuvo en varios tratamientos que compartieron el primer rango, con promedios compartido de 100% de sobrevivencia;

CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	2	3,467	1,733	1,82 ns
Tratamientos	12	455,373	37,948	39,83 **
Activadores ecológicos (A)	2	87,385	43,692	45,85 **
Frecuencias de aplicación (F)	3	8,444	2,815	2,95 ns
A x F	6	10,827	1,805	1,89 ns
Testigo versus resto	1	348,718	348,718	366,02 **
Error experimental	24	22,865	0,953	
Total	39	481,705		

Coefficiente de variación: 1,00%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango con rangos inferiores; mientras que, el testigo, reportó el menor porcentaje de sobrevivencia de plántulas, con el menor promedio de 87,50%, ubicado en el cuarto rango y último lugar en la prueba.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Tratamientos		Promedio (%)	Rango
No.	Símbolo		
6	A2F2	100,00	a
7	A2F3	100,00	a
8	A2F4	100,00	a
9	A3F1	100,00	a
10	A3F2	100,00	a
11	A3F3	100,00	a
12	A3F4	100,00	a
5	A2F1	98,55	ab
2	A1F2	97,92	abc
3	A1F3	97,22	abc
1	A1F1	95,83	bc
4	A1F4	95,14	c
13	T	87,50	d

Analizando la influencia de los activadores ecológicos en el porcentaje de sobrevivencia, mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, se establecieron en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 23). El mayor porcentaje de sobrevivencia se alcanzó en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con promedio de 100% de sobrevivencia, ubicado en el primer rango, seguido de los tratamientos de Trichoderma (A2), que compartieron el primer rango, con promedio de 99,64%; mientras que, los tratamientos

de humus de lombriz (A1), registraron el menor porcentaje de sobrevivencia, con promedio de 96,53%, al ubicarse en el segundo rango en la prueba.

CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR ACTIVADORES ECOLÓGICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Activadores ecológicos	Promedio (%)	Rango
Microorg. eficientes (EM) (A3)	100,00	a
Trichoderma (A2)	99,64	a
Humus de lombriz (A1)	96,53	b

En referencia a la evaluación del porcentaje de sobrevivencia, es posible deducir que, los activadores ecológicos y las frecuencias de aplicación influenciaron relevantemente en la sobrevivencia de las plántulas, debido a que, en general, todos los tratamientos que recibieron aplicación de productos, reportaron mejor sobrevivencia que el testigo, en el mismo que se observó la menor sobrevivencia. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) (A3), con el cual la sobrevivencia se incrementó en promedio de 3,47%, al comparar con los tratamientos de humus de lombriz (A1), que reportaron el menor valor; por lo que se puede inferir que, la aplicación de microorganismos eficientes (EM), es el activador ecológico que mejor favoreció el crecimiento y desarrollo de las plántulas, obteniéndose mejor altura de plántula, número de hojas y mayor longitud del sistema radicular, lo que favoreció el crecimiento y desarrollo de las plántulas de coliflor, alcanzándose consecuentemente mejores porcentajes de sobrevivencia. Hurtado (2001), indica que los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos. Contiene principalmente organismos beneficiosos de cuatro géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos ecológicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además

mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades y ésta se transforme a su vez en suelo azimógeno, factores que influenciaron en el mejor crecimiento de las plántulas, consiguiéndose altos porcentajes de sobrevivencia.

4.2. RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN

Para evaluar la rentabilidad de la utilización de tres activadores ecológicos aplicados en cuatro frecuencias, más un testigo, para la obtención de plántulas de coliflor (*Brassica olerace var. Botrytis*), se determinaron los costos de producción del ensayo en 13,75 m² que constituyó el área de la investigación (cuadro 24), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 22,50 para mano de obra, \$ 49,24 para costos de materiales, dando el total de \$ 71,74.

CUADRO 24. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO

Labores	Mano de obra			Materiales				Costo total	
	No.	Costo unit.	Sub total	Nombre	Unid.	Cant.	Costo unit.		Sub total
Arriendo del lote				Lote	unid.	1,00	5,00	5,00	5,00
Adquisición sustrato	0,50	5,00	2,50	Turba	kg	4,00	2,10	8,40	10,90
Sombreador	1,00	5,00	5,00	Pingos	unid.	4,00	0,75	3,00	8,00
				Sarán	m	20,00	0,15	3,00	3,00
Preparación sustrato	0,50	5,00	2,50	Pala	día	1,00	0,50	0,50	3,00
Colocación de bandejas	0,50	5,00	2,50	Bandeja	unid.	9,00	1,10	9,90	12,40
Siembra	0,50	5,00	2,50	Semilla	sobre	2,00	1,47	2,94	5,44
Aplicac. activad. ecol.	1,00	5,00	5,00	EM	l	1,00	4,00	4,00	9,00
				Hum. lom.	l	1,00	5,50	5,50	5,50
				Trichoderma	l	1,00	6,00	6,00	6,00
Riego	0,50	5,00	2,50	Regadera	unid.	1,00	1,00	1,00	3,50
Total			22,50					49,24	71,74

El cuadro 25, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos esta dada básicamente por el diferente precio de cada activador ecológico y por las diferentes 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 activadores ecológicos.

CUADRO 25. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	Mano de obra (\$)	Materiales (\$)	Aplicación de activadores ecológicos (\$)	Costo total (\$)
A1F1	1,58	2,60	1,38	5,55
A1F2	1,82	2,60	1,38	5,79
A1F3	1,82	2,60	1,38	5,79
A1F4	1,82	2,60	1,38	5,79
A2F1	1,58	2,60	1,50	5,68
A2F2	1,82	2,60	1,50	5,92
A2F3	1,82	2,60	1,50	5,92
A2F4	1,82	2,60	1,50	5,92
A3F1	1,58	2,60	1,00	5,18
A3F2	1,82	2,60	1,00	5,42
A3F3	1,82	2,60	1,00	5,42
A3F4	1,82	2,60	1,00	5,42
T	1,35	2,60	0,00	3,94
Total	22,50	33,74	15,50	71,74

El cuadro 26, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al número de plántulas vendidas por tratamiento incluyendo las tres repeticiones, considerando el precio de una plántula en \$ 0,05 para los tratamientos que recibieron aplicación de los activadores ecológicos y \$ 0,04 para las plántulas del testigo, por ser de menor calidad, para la época que se sacó a la venta.

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 45 días que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento A3F1 (microorganismos eficientes EM, a la siembra),

CUADRO 26. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (número de plántulas)	Precio de 1 plántula	Ingreso total
A1F1	138,00	0,05	6,90
A1F2	141,00	0,05	7,05
A1F3	140,00	0,05	7,00

A1F4	137,00	0,05	6,85
A2F1	141,91	0,05	7,10
A2F2	144,00	0,05	7,20
A2F3	144,00	0,05	7,20
A2F4	144,00	0,05	7,20
A3F1	144,00	0,05	7,20
A3F2	144,00	0,05	7,20
A3F3	144,00	0,05	7,20
A3F4	144,00	0,05	7,20
T	126,00	0,04	4,41

alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,37 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,37 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (cuadro 27).

CUADRO 27. 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
A1F1	6,90	5,55	0,99	5,63	1,27	0,23
A1F2	7,05	5,79	0,99	5,87	1,18	0,20
A1F3	7,00	5,79	0,99	5,87	1,13	0,19
A1F4	6,85	5,79	0,99	5,87	0,98	0,17
A2F1	7,10	5,68	0,99	5,76	1,34	0,23
A2F2	7,20	5,92	0,99	6,00	1,20	0,20
A2F3	7,20	5,92	0,99	6,00	1,20	0,20
A2F4	7,20	5,92	0,99	6,00	1,20	0,20
A3F1	7,20	5,18	0,99	5,25	1,95	0,37
A3F2	7,20	5,42	0,99	5,49	1,71	0,31
A3F3	7,20	5,42	0,99	5,49	1,71	0,31
A3F4	7,20	5,42	0,99	5,49	1,71	0,31
T	4,41	3,94	0,99	4,00	0,41	0,10

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

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a junio del 2013

Período $n = 1,5$ 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 tres activadores ecológicos en cuatro frecuencias, más un testigo, para la obtención de plántulas de coliflor (*Brassica olerace var. Botrytis*), permiten aceptar la hipótesis alternativa (Ha), por cuanto, con la aplicación de los activadores ecológicos, se obtuvieron plántulas mejor desarrolladas, con mayor altura y número de hojas, como también con el sistema radicular de mayor longitud, a más de alcanzar mayores porcentajes de emergencia y acortar los días a la emergencia, especialmente al utilizar microorganismos eficientes (EM) aplicados al momento de la siembra y a los 15 días de la siembra.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Concluido el trabajo de aplicación de tres activadores ecológicos en cuatro frecuencias, más un testigo, para la obtención de plántulas de calidad de coliflor, se concluye que:

Con la aplicación de microorganismos eficientes EM (A3), se alcanzaron los mejores resultados, obteniéndose mejor emergencia de plántulas y mayor crecimiento y desarrollo vegetativo, al observarse en los tratamientos que lo recibieron: mayor porcentaje de emergencia (95,14%), menor tiempo en días a la emergencia (8,58 días), mayor crecimiento en altura de plántula a los 45 días (10,45 cm), con mejor desarrollo en longitud del sistema radicular (10,27 cm), consecuentemente alcanzándose los más altos porcentajes de sobrevivencia (100,00%), por lo que es el activador ecológico que mejor influenció en la producción de plántulas de coliflor, mejorando la calidad y las condiciones de las plántulas en el momento del trasplante. Se destacó también el activador ecológico Trichoderma (A2), especialmente en el porcentaje de sobrevivencia (99,64%).

Aplicando los activadores ecológicos al momento de la siembra y a los 15 días de la siembra (F2), se obtuvieron los mejores resultados, lográndose mayores porcentajes de emergencia (93,06%), como mayor altura de plántula a los 45 días (9,99 cm) y mejor número de hojas a los 45 días (4,68 hojas), por lo que es la frecuencia de aplicación apropiada para mejorar la calidad de las plántulas al momento del trasplante, lo que asegura un mejor prendimiento y consecuentemente una mayor producción y productividad futura del cultivo. También se destacaron la frecuencia de a la siembra y a los 25 días de la siembra (F3), especialmente en el número de hojas a los 45 días (4,41 hojas) y la frecuencia de a la siembra y a los 35 días de la siembra (F4), en el número de hojas a los 45 días (4,38 hojas).

La interacción entre microorganismos eficientes EM, aplicados al momento de la siembra y a los 15 días de la siembra (A3F2), produjo los mejores resultados, especialmente en los días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia de las plántulas (8,00 días), por lo que es el tratamiento apropiado para conseguir mejorar la producción de plántulas de coliflor, dotando de plántulas de calidad al productor de coliflor de la zona central del país, a más de incrementar los niveles de producción y productividad futuros del cultivo.

En cuanto al testigo, al no recibir aplicación de activadores ecológicos, tanto la emergencia, como el crecimiento y desarrollo posterior de las plántulas fue menor, al reportarse el más bajo porcentaje de emergencia (74,31%), como también los más tardíos a la emergencia (10,67 días). El crecimiento en altura de plántula a los 45 días fue menor (6,80 cm), así como el número de hojas a los 45 días (3,30 hojas), reportando el más bajo porcentaje de sobrevivencia (87,50%).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento A3F1 (microorganismos eficientes EM, aplicado a la siembra), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,37 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,37 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Para incrementar el porcentaje de emergencia de plántulas, como también acortar los días a la emergencia, alcanzar plántulas con mayor crecimiento en altura, con mejor número de hojas y mayor desarrollo del sistema radicular, aplicar microorganismos eficientes EM, agregando en un litro de agua 2 ml de EM, aplicando al momento de la siembra y a los 15 días de la siembra, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó tanto en el crecimiento y desarrollo de las nuevas plántulas, como en el desarrollo del sistema radicular, obteniéndose de esta manera mejores condiciones de material vegetativo en el momento del trasplante, lo que asegura la mejor producción y productividad del cultivo de coliflor.

Efectuar ensayos tendientes a completar el paquete tecnológico en la producción de plántulas de coliflor, probando diferentes dosis de fertilización con macro y microelementos, dosis de abonadura orgánica, sistemas y métodos de riego, aplicación de reguladores de crecimiento, como también ensayos para observar resistencia a plagas y enfermedades, entre otros, con el propósito de mantener y mejorar los niveles de producción y productividad del cultivo.

Seguir probando la influencia de activadores ecológicos, en diferentes condiciones ambientales como a campo abierto y en invernadero, con el objeto de dotar de nuevas alternativas de cultivo tendientes a mejorar la producción y productividad del cultivo.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Aplicación de microorganismos eficientes EM para mejorar la emergencia y el crecimiento vegetativo en la producción de plántulas de coliflor, para facilitar el trasplante.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

La producción orgánica de alimentos es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores, los primeros se ven beneficiados porque en sus fincas se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo que hace más sostenible la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad. Los consumidores se ven beneficiados en el sentido que tienen la seguridad de consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables y de alto valor nutritivo (Suquilanda, 2001).

La fertilización o abonadura es aquella que incorpora elementos necesarios, se procura mantener inalterada en lo posible el nivel nutritivo y la productividad de un terreno, o dar al mismo una fertilidad que no posee. Podemos definir por abonos todos aquellos materiales que, por contener uno o más elementos necesarios, responden al objetivo de la fertilización (Rigau, 1982).

El cultivo de coliflor no es uno de los cultivos más apetecidos por los horticultores de la provincia de Tungurahua ya que la superficie sembrada es de apenas 475 ha. Sin embargo es consumida por su alto valor nutricional que lo componen agua en un 92%; energía 24 Kcal; proteína 2,0 g; grasa 0,2 g; carbohidratos 4,9 g; fibra 0,9 g; calcio 29 mg; fósforo 46 mg; hierro 0,6 mg; sodio 15 mg; potasio 355 mg; ácido ascórbico 71,5mg. Al contener mayor cantidad de agua y potasio colabora con la eliminación de líquidos corporales y posteriormente la pérdida del exceso de peso de la persona quien la consuma (Cámara de Agricultura, 2012).

6.3. OBJETIVO

Aplicar microorganismos eficientes EM para mejorar la emergencia y el crecimiento vegetativo en la producción de plántulas de coliflor, para facilitar el trasplante.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En el Ecuador uno de los problemas por el que atraviesan los cultivos es el uso y abuso de la aplicación de fertilizantes químicos al suelo que éstos provocan serios problemas como el progresivo empobrecimiento del suelo; el sector agrícola toma medidas y opta por la introducción de alternativas agronómicas para la producción, siendo una de ellas la utilización de activadores ecológicos (Suquilanda, 1996).

Los abonos son indispensables para la nutrición de las plantas, estos contienen elementos nutricionales que van desde nutrientes primarios, secundarios a micro elementos que son requeridos para el desarrollo e incremento en el rendimiento de los cultivos mejorando de esta manera los ingresos económicos de los productores (Infoagro, 2012).

La coliflor se cultiva a lo largo del callejón interandino ecuatoriano porque tiene diversidad de climas y suelos, permitiendo que su cultivo se efectúe durante todo el año; sin embargo, no se ha dado la atención necesaria para solucionar sus múltiples problemas con el fin de aumentar la productividad. La coliflor es de vital importancia para la alimentación humana por ser una de las hortalizas que posee alto valor nutritivo, es rica en proteínas, minerales como el calcio, hierro y vitaminas de los grupos A, B y C, se utiliza en tratamiento para personas anémicas y enfermedades como el escorbuto (Pillajo, 1984).

6.5. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

6.5.1. Adquisición de la semilla

Las semillas de coliflor se adquirirán de la casa distribuidora Sakata Alaska, las mismas que deberán estar previamente desinfectadas.

6.5.2. Características del sombreador

El sombreador se construirá con pingos de 3 m de largo por 3 m de ancho, cubierto con sarán, de tal modo que cubran toda el área de producción.

6.5.3. Preparación de sustratos

El sustrato a utilizar estará Klasman, previamente desinfectado.

6.5.4. Características de las bandejas germinadoras

Las bandejas germinadoras serán de material plástico, de 30 cm de largo por 10 cm de ancho y 10 cm de profundidad, con capacidad para germinar 48 semillas por bandeja.

6.5.5. Colocación y distribución del sustrato en las bandejas

Se colocará el sustrato en cada alveolo de la bandeja para que se produzca la germinación de las semillas.

6.5.6. Siembra

Se procederá a la siembra (una semilla por golpe) en cada alveolo de las bandejas germinadoras, ubicando seguidamente en el sombreador.

6.5.7. Aplicación de microorganismos eficientes EM

Para la aplicación de los microorganismos eficientes EM, se procederá de la siguiente manera: en un litro de agua añadir 2 ml de EM, mezclando bien. Al momento de la siembra, se colocarán las semillas más el producto en remojo por el

lapso de 24 horas. Para la aplicación a los 15 días utilizar un rociador, mojando el sustrato con la solución hasta que quede totalmente húmedo.

6.5.8. Riegos

Se realizarán riegos manuales en las primeras horas de la mañana, una vez al día, utilizando regadera.

BIBLIOGRAFÍA

Agroconnection. 2001. Boletín sobre agricultura orgánica. En línea. Consultado 12/02/2010. Disponible en www.agroconention.com.

Arbolesornamentales. 2013. Turbas. En línea. Consultado 12/05/2013. Disponible en (<http://www.arbolesornamentales.es/Turbas.htm>).

Bolea, J. 1985. Cultivo de coles coliflor y bróculis. p. 97.

Bueno, M. 2003. Manual para horticultores ecológicos. Barcelona, España. p. 41.

Cámara de Agricultura. 2012. Agricultura en el Ecuador. En línea. Consultado 13 de febrero del 2012. Disponible en www.agroecuador.com.

Canovas, F.; Díaz, J.R. 1993. Cultivos sin suelo. Curso superior de especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la provincia de Almeria. Almeria. 187 p.

Carrasco, M. 2011. Efectos del uso de trichodermas en la universidad de chile. En línea. Consultado el 29/09/2011. Disponible en http://dspace.utalca.cl/bitstream-/1950/8616/2/carrasco_moreno.pdf.

Cásseres, E. 1971. Producción de hortalizas. 2 ed. México, Herrero. 310 p.

Clavijo, J. 2008. Sustratos. Universidad de Almeria. Editorial servicio de publicaciones.

Docstoc. 2013. El verdadero valor del humus de lombriz. En línea. Consultado 14/04/2013. Disponible en <http://www.docstoc.com/docs/3272053/EL-VERDADERO-VALOR-DEL-HUMUS-DE-LOMBRIZ>.

Ecologic. 2012. Microorganismos eficientes. En línea. Consultado el 23 de Diciembre del 2012. Disponible en <http://www.emmexico.com/agricultura.pdf>.

Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos. 1976. Levantamiento edafológico semidetallado del proyecto Huachi – Pelileo Quito. 104 p.

Ecuador. Instituto Geográfico Militar. 1988. Carta aerogeográfica de Quero. Quito. Esc. 1:25000.

Fernández, J.M.; Quezada, L. 1992. Producción de planta con uso de materiales plásticos, 3° curso nacional de plásticos en la agricultura, C.I.Q.A. Saltillo Coahuila.

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

García, M. 2011. Hortícolas plagas y enfermedades en el cultivo de coliflor. En línea. Consultado el 8/09/2011. Disponible en http://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos_beneficiosos_cultivos.htm.

Grower Guide N°10: Blocks for transplants. 1980. Growers Books, London. Consultado el 30 Oct. 2010. Disponible en http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Propagacion_Plantulas.pdf.

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

Hurtado, H.. 2001. Microorganismos eficientes. En línea. Consultado 9/05/2010.

Infoagro. 2012. El cultivo de la coliflor. En línea. Consultado 25 septiembre 2012. Disponible en www.infoagro.com/hortalizas/coliflor.htm.

Manual agropecuario. 2002. Horticultura. Quito, Liberia. p. 623-836.

Maroto, J. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, Mundi – Prensa. p. 195.

Ocaña, J. 1980. La salud en sumos y jugos. Guayaquil, Nueva Vida. p. 24-25.

Pillajo, F. 1984. Proyecto piloto de hortalizas en huertos demostrativos de unidades de salud y huertos familiares. Quito, Ideas. p. 24.

Promoción de Exportaciones Agrícolas No Tradicionales (PROEXANT). 1990. Estudio de la agroindustria y determinación de su capacidad exportadora. Quito. 231 p.

Rhon, J. 1989. Lombricultura. AFABA Avicultura Siembra y progreso (Ec.) junio 1989: 37 – 41.

Rigau, A. 1982. Los abonos su superación y empleo. 6 ed. Barcelona, Síntes. 109 p.

Sade, A. 1997. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Barcelona, España, Hazera. 305 p.

Scielo. 2013. El trichoderma. En línea. Consultado el 14/04/2013. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002.

Sica. 2013. Agronegocios. En línea. Consultado 18/05/2013. Disponible en www.sica.gov.ec/agronegocios/productos.htm.

Suquilanda, M. 1996. Agricultura orgánica alternativa del futuro. Fundagro, Quito, Ecuador, Ediciones UPS. P. 105,194-195,172.

Suquilanda, M. 2001. Seminario taller de agricultura orgánica. Quito, del 10 al 12 de noviembre de 2010.

Tamaro, D. 1987. Manual de horticultura. Barcelona, Aedos. 171 p.

Terres, V.; Artetxe, A.; Beunza, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura No. 125 – Diciembre 1997.

Turchi, A. 1990. Guía práctica de horticultura. Barcelona, GERSA. 236 p.

Valdez, A. 2001. Producción de hortalizas. México, Editores Noriega. 231 p.

Vigliola, G. 1996. Botánica general. 2 ed. México, Diana. P. 78.

APÉNDICE

ANEXO 1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	66,67	87,50	77,08	231,25	77,08

2	A1F2	87,50	87,50	83,33	258,33	86,11
3	A1F3	87,50	79,17	81,25	247,92	82,64
4	A1F4	72,92	81,25	81,25	235,42	78,47
5	A2F1	72,92	81,25	79,17	233,34	77,78
6	A2F2	100,00	87,50	100,00	287,50	95,83
7	A2F3	79,17	85,42	97,92	262,51	87,50
8	A2F4	81,25	81,25	97,92	260,42	86,81
9	A3F1	93,75	91,67	95,83	281,25	93,75
10	A3F2	97,92	95,83	97,92	291,67	97,22
11	A3F3	95,83	91,67	97,92	285,42	95,14
12	A3F4	95,83	91,67	95,83	283,33	94,44
13	T	75,00	72,92	75,00	222,92	74,31

ANEXO 2. DÍAS A LA EMERGENCIA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	11,00	11,00	10,00	32,00	10,67
2	A1F2	10,00	10,00	9,00	29,00	9,67
3	A1F3	10,00	10,00	9,00	29,00	9,67
4	A1F4	10,00	9,00	9,00	28,00	9,33
5	A2F1	9,00	9,00	9,00	27,00	9,00
6	A2F2	11,00	10,00	10,00	31,00	10,33
7	A2F3	7,00	9,00	9,00	25,00	8,33
8	A2F4	9,00	11,00	9,00	29,00	9,67
9	A3F1	9,00	9,00	10,00	28,00	9,33
10	A3F2	8,00	8,00	8,00	24,00	8,00
11	A3F3	8,00	8,00	9,00	25,00	8,33
12	A3F4	9,00	8,00	9,00	26,00	8,67
13	T	11,00	10,00	11,00	32,00	10,67

ANEXO 3. ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 25 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	2,45	1,71	2,95	7,11	2,37

2	A1F2	2,48	1,76	2,82	7,06	2,35
3	A1F3	3,78	2,84	2,33	8,95	2,98
4	A1F4	2,26	2,85	2,36	7,47	2,49
5	A2F1	2,95	3,09	2,99	9,03	3,01
6	A2F2	2,74	2,74	2,01	7,49	2,50
7	A2F3	2,65	2,76	2,04	7,45	2,48
8	A2F4	2,58	2,59	2,37	7,54	2,51
9	A3F1	2,76	2,72	2,38	7,86	2,62
10	A3F2	2,25	2,40	2,15	6,80	2,27
11	A3F3	2,43	2,97	2,12	7,52	2,51
12	A3F4	2,23	2,48	2,32	7,03	2,34
13	T	2,20	2,61	2,55	7,36	2,45

ANEXO 4. ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 35 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	3,85	3,81	4,93	12,59	4,20
2	A1F2	3,36	4,51	4,42	12,29	4,10
3	A1F3	4,64	4,11	4,25	13,00	4,33
4	A1F4	3,31	4,72	4,78	12,81	4,27
5	A2F1	3,97	4,32	4,89	13,18	4,39
6	A2F2	3,88	4,44	4,31	12,63	4,21
7	A2F3	3,89	4,87	4,57	13,33	4,44
8	A2F4	4,86	4,68	4,33	13,87	4,62
9	A3F1	4,85	4,05	4,83	13,73	4,58
10	A3F2	4,94	4,62	4,54	14,10	4,70
11	A3F3	4,83	4,09	4,78	13,70	4,57
12	A3F4	4,32	4,06	4,97	13,35	4,45
13	T	4,22	4,38	4,27	12,87	4,29

ANEXO 5. ALTURA DE PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	6,01	8,32	7,85	22,18	7,39

2	A1F2	8,94	9,76	8,92	27,62	9,21
3	A1F3	9,86	8,71	7,98	26,55	8,85
4	A1F4	8,41	7,00	7,97	23,38	7,79
5	A2F1	8,42	7,52	8,24	24,18	8,06
6	A2F2	10,85	9,33	9,71	29,89	9,96
7	A2F3	10,56	8,34	9,18	28,08	9,36
8	A2F4	9,31	7,65	10,52	27,48	9,16
9	A3F1	10,18	10,70	9,71	30,59	10,20
10	A3F2	10,69	10,99	10,69	32,37	10,79
11	A3F3	10,34	10,58	10,06	30,98	10,33
12	A3F4	10,57	10,70	10,16	31,43	10,48
13	T	6,58	7,01	6,82	20,41	6,80

ANEXO 6. NÚMERO DE HOJAS A LOS 25 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	2,00	2,00	2,20	6,20	2,07
2	A1F2	1,80	2,00	2,00	5,80	1,93
3	A1F3	2,30	2,20	2,00	6,50	2,17
4	A1F4	2,00	2,00	2,20	6,20	2,07
5	A2F1	2,70	1,70	2,00	6,40	2,13
6	A2F2	2,10	2,00	1,30	5,40	1,80
7	A2F3	2,20	2,00	2,00	6,20	2,07
8	A2F4	1,80	2,20	2,00	6,00	2,00
9	A3F1	2,00	1,60	2,00	5,60	1,87
10	A3F2	2,00	2,20	2,00	6,20	2,07
11	A3F3	2,20	2,00	2,00	6,20	2,07
12	A3F4	2,00	2,10	2,00	6,10	2,03
13	T	2,10	2,00	1,80	5,90	1,97

ANEXO 7. NÚMERO DE HOJAS A LOS 35 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	3,20	3,70	3,40	10,30	3,43

2	A1F2	3,50	3,80	3,60	10,90	3,63
3	A1F3	3,50	3,40	3,50	10,40	3,47
4	A1F4	3,40	3,10	3,00	9,50	3,17
5	A2F1	3,40	3,00	3,10	9,50	3,17
6	A2F2	3,80	2,90	3,20	9,90	3,30
7	A2F3	3,20	3,90	3,60	10,70	3,57
8	A2F4	3,10	3,10	3,90	10,10	3,37
9	A3F1	3,20	3,90	3,70	10,80	3,60
10	A3F2	2,80	2,80	3,80	9,40	3,13
11	A3F3	3,50	3,80	2,80	10,10	3,37
12	A3F4	3,60	3,50	3,20	10,30	3,43
13	T	3,50	3,40	3,10	10,00	3,33

ANEXO 8. NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	4,20	4,00	3,80	12,00	4,00
2	A1F2	4,60	4,30	4,80	13,70	4,57
3	A1F3	4,80	4,20	4,20	13,20	4,40
4	A1F4	4,20	4,20	4,70	13,10	4,37
5	A2F1	3,60	3,80	3,60	11,00	3,67
6	A2F2	4,70	4,90	4,60	14,20	4,73
7	A2F3	4,20	4,70	4,20	13,10	4,37
8	A2F4	4,10	4,60	4,60	13,30	4,43
9	A3F1	3,80	4,20	4,10	12,10	4,03
10	A3F2	4,80	4,50	4,90	14,20	4,73
11	A3F3	4,50	4,30	4,60	13,40	4,47
12	A3F4	4,10	4,40	4,50	13,00	4,33
13	T	3,40	3,20	3,30	9,90	3,30

ANEXO 9. DIÁMETRO DE TALLO A LOS 35 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	0,12	0,12	0,12	0,36	0,12

2	A1F2	0,15	0,13	0,12	0,40	0,13
3	A1F3	0,15	0,11	0,12	0,38	0,13
4	A1F4	0,11	0,11	0,13	0,35	0,12
5	A2F1	0,13	0,12	0,11	0,36	0,12
6	A2F2	0,13	0,13	0,12	0,38	0,13
7	A2F3	0,13	0,14	0,12	0,39	0,13
8	A2F4	0,13	0,15	0,13	0,41	0,14
9	A3F1	0,13	0,13	0,12	0,38	0,13
10	A3F2	0,13	0,14	0,12	0,39	0,13
11	A3F3	0,11	0,12	0,11	0,34	0,11
12	A3F4	0,11	0,13	0,14	0,38	0,13
13	T	0,11	0,12	0,13	0,36	0,12

ANEXO 10. DIÁMETRO DE TALLO A LOS 45 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	0,24	0,26	0,26	0,76	0,25
2	A1F2	0,26	0,25	0,28	0,79	0,26
3	A1F3	0,22	0,27	0,27	0,76	0,25
4	A1F4	0,26	0,25	0,29	0,80	0,27
5	A2F1	0,25	0,24	0,24	0,73	0,24
6	A2F2	0,26	0,27	0,25	0,78	0,26
7	A2F3	0,24	0,26	0,27	0,77	0,26
8	A2F4	0,24	0,21	0,26	0,71	0,24
9	A3F1	0,25	0,27	0,27	0,79	0,26
10	A3F2	0,27	0,26	0,24	0,77	0,26
11	A3F3	0,24	0,25	0,24	0,73	0,24
12	A3F4	0,23	0,27	0,25	0,75	0,25
13	T	0,25	0,26	0,25	0,76	0,25

ANEXO 11. LONGITUD DEL SISTEMA RADICULAR (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	8,25	6,52	7,41	22,18	7,39

2	A1F2	9,46	9,40	8,56	27,42	9,14
3	A1F3	9,24	9,23	8,06	26,53	8,84
4	A1F4	9,15	9,02	7,33	25,50	8,50
5	A2F1	8,34	10,58	6,62	25,54	8,51
6	A2F2	10,57	12,91	8,92	32,40	10,80
7	A2F3	9,58	12,33	6,46	28,37	9,46
8	A2F4	9,47	6,86	12,39	28,72	9,57
9	A3F1	10,28	9,67	9,54	29,49	9,83
10	A3F2	10,83	10,74	10,07	31,64	10,55
11	A3F3	10,64	9,45	10,74	30,83	10,28
12	A3F4	10,74	9,77	10,77	31,28	10,43
13	T	7,24	7,15	7,28	21,67	7,22

ANEXO 12. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	A1F1	97,92	93,75	95,83	287,50	95,83
2	A1F2	97,92	97,92	97,92	293,76	97,92
3	A1F3	95,83	97,92	97,92	291,67	97,22
4	A1F4	95,83	93,75	95,83	285,41	95,14
5	A2F1	97,72	97,92	100,00	295,64	98,55
6	A2F2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
7	A2F3	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
8	A2F4	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
9	A3F1	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
10	A3F2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
11	A3F3	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
12	A3F4	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
13	T	89,58	85,42	87,50	262,50	87,50