



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

**INCIDENCIA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES MÁS
ABONOS ORGÁNICOS EN EL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CILANTRO (*Coriandrum
sativum*) EN EL CANTÓN LA MANÁ.**

AUTOR

JOSÉ WILBER SOLANO VELIZ

DIRECTOR

ING. CARIL AMARILDO ARTEAGA CEDEÑO, MSc.

QUEVEDO – ECUADOR

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **JOSÉ WILBER SOLANO VELIZ**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente

JOSÉ WILBER SOLANO VELIZ

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. Caril Amarildo Arteaga Cedeño, Msc., Docente de Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado: **JOSÉ WILBER SOLANO VELIZ**, realizó la Tesis de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, Titulada: **INCIDENCIA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES MÁS ABONOS ORGÁNICOS EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CILANTRO (*Coriandrum sativum*) EN EL CANTÓN LA MANÁ**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

Ing. Caril Arteaga Cedeño, Msc.

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

Presentado al Comité Técnico Académico Administrativo como requisito previo
para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Aprobado:

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Karina Plúa Panta, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. María del Carmen Samaniego, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2013
AGRADECIMIENTO

Especialmente a Dios que en silencio me has acompañado a lo largo de mi vida y sin pedirme nada a cambio hoy me regalas la alegría de ver realizado uno de mis sueños, guarda mi corazón cerca de ti y guíame día con día en el camino que lleva hacia ti.

Mis sinceros agradecimientos son dirigidos a la U.T.E.Q, Institución que me ha brindado la oportunidad de cursar los estudios superiores.

A mis maestros que con su esfuerzo y conocimiento me inculcaron buenos principios y sabiduría que con el apoyo brindado permitieron la culminación de mis estudios.

A mi Director de Tesis Ing. Caril Arteaga que siempre me guio para así poder terminar esta investigación.

Agradezco a mis compañeros de clase por poder compartir todo este tiempo los conocimientos y enseñanzas impartidas en las aulas.

A mis padres Gracias por ayudarme a hacer posible un logro más; el cual no será el último pero quizá el más importante. Gracias por la fe que depositaron en mí y por dárme todo sin esperar a cambio más que el orgullo de hacer de mí un triunfador.

Tú siempre has estado ahí, acompañándome y brindándome siempre tu amistad, al culminar hoy esta etapa tan importante quiero darte gracias por contar siempre contigo, y por saber que siempre estarás apoyándome en cada nuevo reto que se presente. Con cariño y respeto para ti Mayra González

DEDICATORIA

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos

A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

JOSÉ

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	4
1.2.1. General	4
1.2.2. Específicos	4
1.3. Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6

2.1. Fundamentación Teórica	7
2.1.1. El cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	7
2.1.2. Abonos orgánicos	22
2.1.3. Microorganismos eficientes	25
2.1.4. Investigaciones realizadas en cilantro	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.1. Materiales y métodos	34
3.1.1. Localización	34
3.1.2. Características climáticas y Clasificación ecológica	34
3.1.3. Materiales, herramientas y equipos	34
3.1.4. Delineamiento experimental	35
3.1.5. Tratamientos	36
3.1.6. Diseño experimental	36
3.1.7.1. Altura de planta	37
3.1.7.4. Rendimiento	37
3.1.8. Análisis económico	37
3.8.3. Utilidad neta	38
3.1.9. Manejo del experimento.....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Resultados	41
4.1.1. Efecto simple de los factores	41
4.1.2. Efecto de los tratamientos	42
4.1.3. Efecto de las correlaciones	44
4.1.4. Análisis económico	46
4.2. Discusión	48
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1. Conclusiones	51

5.2. Recomendaciones	51
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	52
6.1. Literatura citada	53
CAPÍTULO VII. ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS

1. Análisis de la composición del abono orgánico sólido agropesa	24
2. Composición bioquímica del biol	25
3. Condiciones meteorológicas del cantón La Maná.	34
4. Materiales necesarios	34
5. Esquema del experimento	36
6. Análisis de varianza	36
7. Efecto simple de altura de planta en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (<i>coriandrum sativum</i>) en el cantón la maná. 2013.	41
8. Efecto simple de peso (g) y rendimiento (t ha ⁻¹) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (<i>coriandrum sativum</i>) en el cantón la maná. 2013.	42

9. Altura de planta en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón la maná. 2013..... 43
10. Peso (g) y rendimiento (t ha-1) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón la maná. 2013. 43
11. Correlaciones en altura de planta a los 30,45 y 60 días, peso (g) y rendimiento (t ha-1) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón la maná. 2013..... 44
12. Análisis económico en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón la maná. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Correlaciones entre altura de planta a los 60 días y peso en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013. 45
2. Correlaciones entre altura de planta a los 60 días y rendimiento en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013. 46

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Análisis de varianza de altura de planta a los 30 días en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón La

Maná.	57
2. Análisis de varianza número de tallos en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (<i>coriandrum sativum</i>) en el cantón La Maná.	57
3. Análisis de varianza peso de tallo en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (<i>coriandrum sativum</i>) en el cantón La Maná.	57
4. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha ⁻¹) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (<i>coriandrum sativum</i>) en el cantón La Maná.	58
5. Análisis de laboratorio	59
6. Fotos de la investigación.....	61

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, sector La Playita, se ubica entre las coordenadas geográficas 00° 49` 00`` latitud sur y 78°48`30`` longitud oeste. El trabajo experimental tuvo una duración de tres meses. Los tratamientos bajo estudio fueron los siguientes:

T1 = Abono orgánico Agropesa (50L há⁻¹) + *Azotobacter spp.* (1L ha⁻¹); T2 = Abono orgánico Agropesa (50L há⁻¹) + *Pseudomonas fluorescens* (1L ha⁻¹); T3 =

Abono orgánico Biol (50L há⁻¹) + *Azotobacter spp.* (1 L ha⁻¹); T4= Abono orgánico Biol (50L há⁻¹) + *Pseudomona fluorescens* (1L ha⁻¹).

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar DBCA con un total de cuatro tratamientos y cinco repeticiones, con lo cual se obtuvo 20 unidades experimentales

Los resultados fueron: La altura de planta por el tratamiento de abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* utilizado, llegó a la mayor elevación con 15.95, 31.90 y 43.75 cm a los 30, 45 y 60 días, en su respectivo orden. El tratamiento Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* logro su mayor provecho en peso con 113.25 g; y, rendimiento por hectárea con 1.13 t. sin diferencia estadística entre los tratamientos en estudio.

Al realizar el estudio de regresión y correlación entre las variables, se observó una relación no significativa ($P \leq 0,05$) y positiva entre la altura (X) y peso (Y), que se encuentran con un coeficiente de correlación ($\sqrt{r^2} = r$) de 0,6889 y descritas por la ecuación: $63,736 + 1,1156 X$, esto indica que a mayor altura, menor es el peso. El tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, reportó los mayores ingresos con 63.12 USD.

La utilidad más óptima se dio con tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, con 8.70 USD. La mejor relación beneficio/costo fue tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, con 0,16.

ABSTRAC

The present study was conducted in the La Maná Canton, province of Cotopaxi, sector La Playita, is located between the coordinates geographical 00 ° 49' 00 "South latitude and 78 ° 48'30" West longitude. The experimental work lasted for three months. The treatments under study were as follows: T1 = organic fertilizer Agropesa (50L ha⁻¹) *Azotobacter spp.*. (1 L ha⁻¹) T2 = manure organic Agropesa (50L ha⁻¹) *Pseudomonas fluorescens* (1L ha⁻¹) T3 = manure organic Biol (50L ha⁻¹) *Azotobacter spp.* (1 L ha⁻¹) T4 = manure organic Biol (50L ha⁻¹) *Pseudomonas fluorescens* (1L ha⁻¹)

Was the design of completely randomized blocks DBCA with a total of four treatments and five replicates, with which was obtained 20 units experimentales Los results were: the largest average in treatments at 30 days the organic fertilizer Agropesa Azotobacter spp. reaches

He results were: plant height for the treatment of organic fertilizer Agropesa Azotobacter spp. used, became the highest elevation with 15.95, 31.90 and 43.75 cm 30, 45 and 60 days, in their respective order. Organic fertilizer treatment Agropesa Azotobacter spp. achievement its advantage in weight with 113.25 g; and yield per hectare with 1.13 t. without statistical difference among treatments in study. The study of regression and correlation between the variables was observed no significant relationship ($P \leq 0.05$) and positive between height (X) and weight (and), found with a coefficient of correlation ($= r$) of 0,6889 and described by the equation: $63,736 - 1,1156 X$, this indicates that higher, less is the weight. 1 Organic fertilizer treatment Agropesa Azotobacter spp., reported higher revenues with 63.12 USD. The most optimal utility came with treatment 1 compost Agropesa Azotobacter spp., with 8.70 USD. The best benefit/cost relationship was treatment 1 compost Agropesa Azotobacter spp., with 0.16.

CAPÍTULO I.

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Las prácticas para el manejo de la fertilidad de los suelos constituyen un componente esencial de cualquier sistema de producción agrícola cuyo objetivo sea la obtención de altos rendimientos en esta actividad; con ellas se pretende preservar, recuperar y mejorar las características de los suelos para garantizar su productividad en el tiempo, además de incorporar y reponer los nutrimentos esenciales demandados por los cultivos que el suelo no puede suplir oportunamente en la cantidad y calidad requerida.

En la actualidad se hace énfasis en la necesidad de establecer prácticas que permitan mantener el nivel de productividad de los suelos, incrementar la producción agrícola y preservar los ecosistemas en el tiempo.

Dentro de éste contexto, es importante introducir y evaluar el uso de microorganismos eficientes, cuya importancia no estriba únicamente en que puedan representar la mayor fracción de la biomasa del suelo, sino que su función clave radica en que constituyen un enlace entre las plantas y el suelo.

También es importante destacar que los abonos orgánicos contribuyen a la nutrición de la planta, fertilidad del suelo; además aumenta el crecimiento de raíces, la cantidad de flores y frutos, la absorción de agua, la eficiencia de hierro, la disponibilidad de nutrientes, el rendimiento y la producción; por otro lado, reduce la incidencia de enfermedades, la necesidad de pesticidas, los daños por calor.

Con lo expuesto es indispensable establecer y aplicar microorganismos eficientes y abonos orgánicos que contribuyan al crecimiento y desarrollo sustentable del cilantro en La Maná, sector La playita, donde el suelo es apto para la siembra, el cilantro se inicia como alternativa de cultivo, sin embargo, se requiere determinar el grado de fertilidad del tipo de abono y el microorganismos eficiente necesario que coadyuve a un mejor rendimiento del producto cosechado.

1.1.1. Problematización

Los abonos orgánicos y microorganismos eficientes pueden ser catalogados como mejorados del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros. Cabe señalar que para que los microorganismos eficientes actúen como mejoradores, las cantidades que deben ser adicionadas al suelo anualmente, deben ser elevadas.

Existe una gran variedad de cultivos en los cuales se puede emplear esta modalidad, entre ellos se encuentra el Cilantro (*Coriandrum sativum*), un vegetal muy utilizado como condimentos en muchas de las comidas, se cultiva durante todo el año, es resistente a plagas y enfermedades según la época, los suelos de La Maná son aptos para este tipo de producción. Es por ello que se toma la iniciativa de llevar a cabo la actividad de realizar un proyecto de desarrollo endógeno con el cultivo del Cilantro orgánico en la comunidad, a fin de impulsar el desarrollo sostenible y sustentable.

1.1.2. Justificación

En la actualidad existe una gran variedad de métodos, técnicas y prácticas dirigidas al manejo de desechos orgánicos que permiten su aprovechamiento como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos contribuyendo a resolver problemas de contaminación ambiental, además de contribuir con la activación biológica y el mejoramiento paulatino de las propiedades físicas de los suelos.

La intención de este estudio es considerar el uso de abonos orgánicos en combinación con microorganismos eficientes en el cultivo del cilantro que contribuyan a obtener productos frescos y nutricionales a bajo costo, igualmente, por la necesidad de fortalecer la labor agrícola como estrategia de seguridad alimentaria a partir de productos orgánicos que garanticen una mejor producción

y contenido nutricional en el cilantro, hortaliza que es de gran uso y consumo entre los pobladores y que puede darse en cualquier espacio de siembra.

Este estudio tiene relevancia por la necesidad de generar información importante para la producción de cilantro orgánico y para ello es necesario conocer las características mínimas de abono orgánico y de microorganismos que pueden beneficiar al cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum*)

1.2 Objetivos

1.2.1. General

Evaluar la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos y en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná.

1.2.2. Específicos

1. Establecer la eficiencia de los abonos orgánicos en el desarrollo y producción del cilantro (*Coriandrum sativum*).
2. Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*)
3. Efectuar el análisis económico de los tratamientos en estudio.
4. Realizar el análisis bromatológico de los tratamientos.

1.3. Hipótesis

Al aplicar abono orgánico Agropesa (50 kg ha^{-1}) y microorganismo eficiente *Pseudomonas fluorescens* (1L ha^{-1}) se obtendrá un alto rendimiento en la producción del cilantro.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. El Cilantro (*Coriandrum sativum*)

2.1.1.1. Generalidades

Probablemente es originario del Mediterráneo Oriental (Grecia) y de Oriente Medio. Su nombre se menciona en la Biblia.

Los frutos se producen mayoritariamente en Rusia, India, América del Sur, Marruecos y Holanda. Los romanos, quienes lo utilizaban en la cocina y la medicina, lo introdujeron en Gran Bretaña y fue ampliamente utilizado en la cocina inglesa hasta el Renacimiento, cuando aparecieron las

nuevas especias exóticas. En Europa se utilizaba también en la producción de cerveza.

Las partes utilizables de la planta son los frutos, las hojas y las raíces, si bien estas últimas sólo en Tailandia. Las frutas y las hojas poseen un sabor totalmente diferente. El secado destruye la mayor parte de la fragancia de las hojas, aunque existen referencias de la utilización de las mismas. **Carrero, Navarro y Castro. (2009).**

El culantro (*Coriandrum sativum*) es una de las hortalizas de ciclo más corto. En nuestro país, se aprovecha como condimento en gran cantidad de platillos. La industria de embutidos y condimentos utiliza las semillas de esta hortaliza como condimento en numerosos productos, que van desde el chorizo hasta las salsas. **Bolaños. (2008).**

El cilantro es un cultivo aromático y oleaginoso, cuyo origen se ubica en el continente asiático, en las regiones comprendidas en el centro y norte de la India, centro y sur de Rusia y regiones orientales de Afganistán y Pakistán. Existen informes científicos que señalan a las regiones del Oriente Medio, Asia como centros de diversificación de los cultivos.

Posteriormente, a través de los mercaderes que abastecían de especias y plantas exóticas traídas del Lejano Oriente y el norte de África hacia países europeos, el cultivo se dispersó por los países del sur occidente de este continente especialmente Italia, España, Francia y Portugal.

Al continente americano fue llevado por los portugueses y españoles en los viajes de conquista y colonización. Se establecieron dos centros y cono Sur, en Sur América promovido por los portugueses. **Vallejo y Estrada. (2009).**

2.1.1.2. Caracteres botánicos

Es una planta anual, herbácea, de 40 a 60 cm de altura, de tallos erectos, lisos y cilíndricos, ramificados en la parte superior. Las hojas inferiores son pecioladas, pinnadas, con segmentos ovales en forma de cuña; mientras que las superiores son bi-tripinnadas, con segmentos agudos. Las flores son pequeñas, blancas o ligeramente rosadas, dispuestas en umbelas terminales.

Los frutos son diaquenios, globosos, con diez costillas primarias longitudinales y ocho secundarias, constituidas por mericarpios fuertemente unidos, de color amarillo-marrón. Tienen un olor suave y agradable y un sabor fuerte y picante. Contiene dos semillas, una por cada aquenio. Las raíces son delgadas y muy ramificadas. **Jeanglille. (2008).**

2.1.1.3. Descripción taxonómica

El género *Coriandrum* incluye plantas cultivadas de *Coriandrum sativum* y las especies silvestres de *Coriandrum tordylium*. El género más cercano a *Coriandrum* spp es *Bífora*. Este género incluye la especie *Bífora radians*. La primera es similar a *Coriandrum sativum*.

A diferencia de otras familias que incluyen plantas de interés para diversos propósitos, esta familia solo tiene especies de relevancia hortícola, entre las que están algunas utilizadas como “especias”. Desde la antigüedad, a muchas especies de esta familia apiáceas se las han atribuido propiedades medicinales, y en la actualidad existe un renovado interés en la utilización de algunas especies como “nutracéuticos” o alimentos útiles para la nutrición y para la prevención de enfermedades.

La principal característica distintiva de la familia, es que son plantas aromáticas, con un olor y sabor anisado, un tanto variable entre las especies, pero con aromas muy típicos. En general, son plantas herbáceas, arrosetadas, y de hojas alternadas, de láminas finamente divididas y con peciolo abrasador en la base. Las flores actinomorfas y hermafroditas están dispuestas en umbelas,

generalmente compuestas, y poseen un cáliz de 5 sépalos, con una corola de 5 pétalos, 5 estambres alternados con los pétalos, y un ovario ínfero de dos carpelos, que una vez fertilizado origina un fruto seco e indehiscente, característico de la familia llamado esquizocarpo.

Este fruto, en el que se concentran los aceites aromáticos, consisten en dos pericarpios (carpelos) unidos centralmente por un haz central (carpóforo), los que se separan hacia la madurez, conteniendo una semilla por cada uno, por lo que algunos autores lo llaman diaquenio.

Las hojas basales son pedunculadas, mientras que el peciolo de las hojas más altas son reducidas a un pequeño tamaño. Las hojas son verdes y con un lado brillante pastoso. Durante el periodo de floración las hojas se tornan algunas veces rojas o violetas. Ellas entran en senescencia se marchitan antes que los primeros frutos comiencen a madurarse de las hojas basales.

La inflorescencia es una umbela compuesta. Algunas veces se presenta una i dos brácteas lineales. Los radios de las umbelas compuestas presentan brácteas en sus bases, formando un involucro y en las bases de la umbelulas hay bractéolas es variable. La umbela tiene de 2 a 8 radios primarios, de diferentes longitudes, dependiendo del nivel. La floración comienza con las umbelas primarias. En cada umbela, las flores externas son las primeras en florecer. Dichas flores son protandras (maduran sus estambres antes que el pistilo), aunque unos pocos géneros son protóginos (maduran el pistilo antes de los estambres). Las flores centrales de las umbelas son estaminadas algunas veces estériles. El cilantro tiene un ovario ínfero y los sépalos del cáliz alrededor del estilopodium (base de los estilos más o menos engrosada y persistente de forma variable según los géneros) son aun visibles en el fruto maduro,. Los cinco sépalos del cáliz son de diferente longitud, y se encuentran situados en la periferia de las flores. Las flores tienen cinco pétalos. Las flores periféricas de cada umbela son asimétricas. Las flores centrales son circulares, con pequeños pétalos insertados. El color de los pétalos es rosa pálido o algunas veces blanco.

Las flores más internas son estimadas (provistas de estambres). Las umbelas del orden más alto usualmente contienen más flores que las primeras y su periodo de floración es más corto. En una flor sencilla, los cinco filamentos de los estambres están localizados entre los cinco pétalos. Después que las flores abren, los cinco pétalos finalmente son visibles entre los pétalos. **Vallejo y Estrada. (2009).**

2.1.1.4. Importancia económica y distribución geográfica

Actualmente el cilantro es una de las especias de mayores implicaciones económicas, ya que es un cultivo con buen rendimiento y muy buen precio internacional. Se calcula que las especias mueven alrededor de US\$ 6.000 millones en el mercado mundial y que el sector está creciendo entre un 5 y 6 % por año.

Los principales países productores de cilantro son Rusia, India, Marruecos, México, Rumania, Argentina, Irán y Pakistán. Los principales países importadores de cilantro son Alemania, Estados Unidos, Sri Lanka y Japón.

Kehr. (2008).

2.1.1.5. Clima y Suelo

El cilantro requiere un clima templado, y aunque puede tolerar un clima templado-cálido, en éste experimenta una notable disminución del rendimiento.

La concentración de aceite esencial en los frutos disminuye a temperaturas superiores a 21° C, siendo la temperatura óptima para la hinchazón del grano entre 15-18° C. Es poco exigente en suelos, pudiendo crecer en los francos, silíceo-arcillosos, algo calcáreo, ligero, fresco, permeable, profundo e incluso en los ligeramente ácidos, prefiriendo los calizos. Normalmente crece en regiones áridas, aunque se cultiva bien bajo riego. Crece hasta una altitud de

1.200 m. **Kehr. (2008).**

El culantro es una hortaliza de zonas cálidas. La planta de culantro se cosecha entera, con raíz, y que se consume sin cocinar, la contaminación de las fuentes de agua utilizadas para el riego cobra gran relevancia. **Bolaños. (2008).**

2.1.1.6. Propagación

La plantación se realiza por semilla, en siembra directa sobre el terreno asentado. El peso medio de 1000 semillas es de 9,033 g y su poder germinativo es superior al 90% a una temperatura media de 15° C y en 20 días de laboratorio. **Kehr. (2008).**

2.1.1.7. Cultivo

2.1.1.7.1. Siembra

Las filas se separarán de 50 a 60 cm y las plantas de cada fila entre 15 a 20 cm. Cuando se vayan a producir hojas, estas separaciones serán menores.

Se hacen agujeros en la tierra de poca profundidad y se colocan las semillas cuidadosamente; se cubre de tierra y se riega todo el semillero. Las plántulas brotarán a los 15 días aproximadamente. Primero aparecen dos hojas pequeñas y fuertes y a las dos semanas aparecerán las primeras hojas pecioladas características del cilantro que hemos descrito anteriormente. Es conveniente no exponerlas mucho tiempo al sol durante las primeras semanas de vida, aunque a partir de las 6 hojas, una mayor insolación favorecerá su crecimiento.

Da buen resultado la siembra escalonada, durante la primavera y principios del verano, de forma que permita una recolección de frutos escalonada. En cambio, con la siembra en pleno verano, la recolección será diferida y sólo habrá una de

follaje. Son necesarias de 4 a 5 kg de semillas para sembrar una hectárea, y éstas conservan su poder germinativo de 2 a 5 años. **Krarup.**

(2008).

El cilantro es un cultivo que requiere alta humedad inicial durante los primeros cinco o seis días hasta la germinación y emergencias de plántulas. Se recomienda en este periodo, hacer riegos cortos pero repetidos (2-3 veces al día). Con ello se procura una adecuada humedad superficial evitando el encharcamiento y la formación de “costras” superficiales en el suelo.

Una vez ocurrida la emergencia de las plántulas, se debe regar dos veces por día hasta los 25 días y posteriormente un riego diario si no se presentan lluvias.

Bolaños. (2008)

Las siembras son directas, depositando las semillas en el suelo o sustrato de crecimiento. Las densidades de siembras están muy relacionadas con el sistema de producción. La cantidad de semilla varía entre 1.5 y 2.5 gramos por metro cuadrado con un equivalente de 15 a 25 kg/ha. Esta cantidad de semillas permite una población de 180-250 plantas/m² o 1.800.000 – 2.500.000.

Plantas/ha.

Los sucros sencillos pueden distanciarse entre 25-35 cm. En la siembra con surcos múltiples (pachas), la separación entre surcos dobles puede ser de 1015 cm y entre cada grupo de doble 25 – 35 cm. Los surcos múltiples o pachas pueden ser de cuadro, seis u ocho surcos dobles.

La semilla debe distribuirse uniformemente, procurando colocar 70 semillas por metro lineal con una profundidad que no supere los 5 mm. Una vez localizadas las semillas, se procede al tapado de las mismas con suelo o sustrato o una cobertura vegetal (acolchados) de aserrín, viruta de madera, cascarilla de arroz o cualquier otro residuo orgánico posible.

En sistemas artesanales la cobertura vegetal facilita la germinación rápida del cilantro y retarda la emergencia temprana de arvenses. **Vallejo y Estrada.**

(2009).

2.1.1.7.2. Fertilización

En el momento de la labor del suelo se realizará el estercolado. La fertilización mineral, dependerá de la riqueza del suelo. En general ésta comprende de 60 a 80 unidades de nitrógeno, en cobertera, en dos veces en forma amoniacal; de 80 a 100 unidades de ácido fosfórico, en el momento de la labor, preferentemente en forma de superfosfato de cal; de 100 a 120 unidades de potasa, en forma de sulfato potásico.

En Colombia se llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje fresco y el rendimiento y calidad de semillas. El mayor rendimiento de follaje fresco se obtuvo con el tratamiento con urea (1,8 kg/m²) y el menor se presentó con gallinaza (1,2 kg/m²). Esto es debido a la lenta tasa de mineralización que determina la baja disponibilidad de nutrientes de los abonos orgánicos en un cultivo de ciclo muy corto (35-40 días).

El tratamiento en el que se utilizó urea como fuente de nitrógeno presentó los mayores niveles de extracción de elementos nutritivos, destacando el nitrógeno y potasio, 81 y 141 kg/ha, respectivamente y reflejando el mayor rendimiento de biomasa. En cuanto al rendimiento y calidad de las semillas, a pesar de que no se observaron diferencias significativas, el mayor rendimiento de semilla pura se observó con el tratamiento con composta. **Krarup. (2008).**

Este cultivo presenta un excelente crecimiento en suelos o sustratos con alto contenido de materia orgánica natural o incorporada. Aplicaciones de 20 – 25 t/ha de gallinaza (2.0 – 2.5 kg/m²), han dado muy buenos resultados en suelos con bajo contenido de materia orgánica.

Las fertilizaciones de base, con fuentes minerales completas (N, P, K Ca, S y Mg), deben hacerse en la preparación del campo antes de la siembra.

No se tienen recomendaciones específicas, de fertilización porque estas dependen de las condiciones particulares de cada suelo o sustrato de siembra. Sin embargo, basado en la literatura y algunas experiencias locales, se estima que una producción promedio de follaje de 2.0 km/ m² (20 t/ha) extrae 100 kg de N, 30 kg de P₂ O₅.70 kg de K₂O. Con base en esta extracción y, si se parte de la idea de devolver al suelo la cantidad de nutrientes extraídos y mantener la fertilidad natural. **Vallejo y Estrada. (2009)**

2.1.1.7.3. Mejoramiento genético

Por ser una planta alógama de alta polinización cruzada natural, las plantas presentan una constitución genética heterocigota y las poblaciones un alto grado de heterogeneidad.

Las plantas híbridas pueden someterse por autofecundación a segregaciones sucesivas para encontrar individuos recombinantes que puedan ser objeto de selección. El sistema de mejoramiento a través de selecciones recurrentes intra e interpoblacionales, parece ser el método más apropiado para lograr acumulación de genes deseables de interés agronómico. **Vallejo y Estrada. (2009).**

2.1.1.7.4. Labores culturales

En la época seca se llevará a cabo el riego. Se recomiendan las escardas y binas. Cuando se trate de cultivos con una extensión considerable se aplicarán herbicidas como Linurón o Prometrina, tras la siembra y con tiempo húmedo.

Krarup. (2008).

2.1.1.8. Recolección

Puede realizarse a los 40 - 60 días tras la siembra y hasta los 4 meses para la producción de semilla madura. En este caso, la recolección de las umbelas debe hacerse antes de su maduración completa de los frutos, a primera hora de la mañana. Con una segadora-trituradora adaptada, la recolección puede retrasarse algunos días. Se pueden utilizar defoliantes como Paraquat o Diquat.

Para la producción de hojas, se llevará a cabo antes de la aparición del tallo, para evitar las semillas precoces. Si se cosechan las exteriores más viejas, la planta continuará produciendo follaje nuevo hasta que eche flores. A veces se corta a una altura de 2-3 cm sobre el suelo y se agrupan en el campo. De esta forma, la planta puede volver a crecer para un segundo corte, a pesar de que no lo hace tan eficazmente como otras aromáticas como el perejil. Por esto es común que sólo sea cosechado una vez. También se puede recolectar la planta entera, incluyendo las raíces, ya que éstas también se utilizan en algunos países como Tailandia. **López, y Villalobos. (2009).**

2.1.1.9. Plagas y enfermedades

Se conocen muy pocas enfermedades en el cilantro.

La más importante es la mancha bacteriana (*Pseudomonas syringae*). Produce lesiones que consisten en venas delimitadas y angulares de la hoja, que en primer lugar están en forma de hojas translúcidas y más adelante y con condiciones secas, las manchas se vuelven de color negro o café. Cuando el ataque es grave, las manchas de la hoja pueden unirse y causar un efecto de marchitamiento. Bajo condiciones experimentales el patógeno también infecta al perejil. El patógeno se ubica en la semilla, por lo que la enfermedad se propaga a través de la semilla contaminada. La lluvia y el riego favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Se han observado leves ataques de pulgones, que en el caso de agravarse puede combatirse con pulverizaciones de Aphox. **López, y Villalobos. (2009).**

2.1.1.9.1. Plagas

Gusanos de las hojas

Spodoptera exigua Hubner, *Spodoptera litura* Frabricius, *Spodoptera littoralis* Boisduval. Estos son gusanos de tamaño relativamente pequeño, que devoran grandes cantidades de follaje; son de control relativamente fácil, pero debe mantenerse una vigilancia frecuente para hacer el control a tiempo; cuando la población de gusanos es baja, se puede aplicar insecticidas biológicos a base de *Bacillus thuringiensis*, pero cuando las poblaciones son altas, puede ser necesario recurrir a insecticidas químicos de contacto o ingestión. El control de malezas en y cerca del cultivo es una medida complementaria de manejo de esta plaga. **Morales. (2008).**

Ácaros

Tetranychus telarius L. son arañuelas muy pequeñas, normalmente viven y se alimentan en la superficie inferior de las hojas. Su ataque causa síntomas como el amarillamiento, bronceado y quemadura de las hojas. El follaje puede también aparecer arrugado y deformado; y en ocasiones telarañas en el envés de las hoja. **Morales. (2008).**

El control químico es satisfactorio con productos a base de dicofol, tetradion, docarzol, dinocap, metamidofos y jabones insecticidas. **Morales. (2008).**

Áfidos

Son insectos que chupan la savia de las plantas. Los síntomas típicos de su ataque son amarillamiento, desecamiento y muerte de los tejidos, pudiendo llegar a la muerte de la planta en casos extremos; de ser necesario se puede controlar con aplicaciones de oxamil, metomil, metamidofos, endosulfan.

La liberación de insectos enemigos de los áfidos (*Crysopa*, *Crysoperla*) han dado buenos resultados. Los áfidos suelen ser más agresivos durante épocas secas y al igual que los ácaros, prefieren las partes más tiernas del follaje. Varios géneros han sido asociados al culantro entre ellos *Semiaphis*, *Hydaphis* y *Cavariella*. **Morales. (2008).**

2.1.1.9.2. Enfermedades

Mancha bacteriana

Esta enfermedad es causada por *Pseudomonas syringae* produce lesiones delimitadas por venas angulares en las hojas que inicialmente son translúcidas, más adelante y bajo condiciones secas, las manchas se vuelven de color negro o café. El patógeno se propaga a través de la semilla. La lluvia y el riego favorecen el desarrollo de la enfermedad. **Dennis, y Wilson. (2007).**

En infecciones graves, la bacteria puede infectar el final de las venas y extenderse hacia abajo a través del sistema vascular, resultando en manchas oscuras longitudinales en los pecíolos y tallos; la enfermedad puede permanecer asintomática hasta que las plantas se estresan, por ejemplo, los daños físicos en los cultivos al aire libre como las heladas y el granizo. **Dennis, y Wilson. (2007).**

Hay algunas pruebas de que los productos fungicidas a base de estrobilurinas como Amistar (azoxistrobina) y Signum (boscalid + piraclostrobina) puede dar protección contra la infección bacteriana. **Dennis y Wilson. (2007).**

Marchitamiento del culantro

Esta enfermedad es producida por el hongo *Fusarium oxysporum*. El ataque produce daños al sistema radicular y al follaje. Al no funcionar bien las raíces, el follaje se torna amarillento y marchito. Los tejidos internos de la raíz y el cuello se oscurecen. El hongo persiste por varios años en el suelo gracias a la

producción de esporas resistentes (clamidosporas). Se puede aplicar fumigantes en el suelo y la rotación que no incluyan cultivos susceptibles.

Morales. (2008).

Pudrición de la raíz

Esta es una enfermedad del sistema radicular provocada por el ataque del hongo *Rhizoctonia bataticola* y otras especies del género *Rhizoctonia*. La raíz y las hojas en contacto con el suelo, desarrollan lesiones irregulares, que llegan a destruir todos los tejidos afectados.

Se debe realizar aplicaciones preventivas de clorotalonil o tiabendazol. La elevación de la temperatura del suelo mediante cobertores plásticos o de vidrio, ha resultado en reducciones drásticas de la cantidad de patógenos viables en el suelo. **Morales. (2008).**

Mancha foliar

Enfermedad causada por los hongos *Alternaria dauci* y *Alternaria petroselini*. La enfermedad comienza generalmente en los bordes de las hojas, con lesiones pequeñas e irregulares rodeadas de tejido amarillento. Al avanzar la enfermedad las manchas se unen y la hoja va perdiendo cada vez más área activa. **Morales. (2008).**

La enfermedad se ve en los folíolos jóvenes, con la presencia de manchas foliares marrones de 2-5 mm de diámetro. Las manchas en las hojas a menudo son angulares, están limitadas por las venas, y pueden verse claramente en ambas superficies foliares. **Dennis, y Wilson. (2007).**

El hongo puede invadir la semilla, por lo que la enfermedad se propaga a través de ésta; por lo tanto se debe asegurar el uso de semilla sana. La salpicadura de la lluvia y el viento son factores importantes en la dispersión de la enfermedad.

Se recomienda evitar el exceso de humedad a nivel de campo con un control del riego y siembra en terrenos con buen drenaje.

Cuando la enfermedad aparece se puede controlar con aspersiones de clorotalonil, oxiclورو de cobre o mancozeb. **Morales. (2008).**

2.1.1.10. Postcosecha

El cilantro tiene un índice de respiración recién cosechado moderadamente alto (15-20 ml CO₂/g·h), como otros vegetales de hoja verde, y una producción de etileno relativamente baja (<0,2 µl / g·h a 5° C).

Debe ser almacenarlo bajo condiciones de la alta humedad y temperatura baja. Se puede esperar una vida útil entre 18 y 22 días almacenando el cilantro a una temperatura en torno a los 0° C, periodo en el que permanecerá con una buena calidad visual, aunque la calidad aromática comienza a disminuir a partir de los 14 días. Una temperatura de almacenamiento de 5 y 7,5° C, mantendrá la calidad durante 1 y 2 semanas respectivamente. Con una atmósfera de aire con 5% ó 9% de CO₂ se alarga la vida útil de cilantro almacenado a 7,5° C, aproximadamente 14 días. Atmósferas enriquecidas con un 9%-10% de CO₂ producen lesiones de color oscuro después de 18 días; con el 20% de CO₂ producen daños severos tras una semana.

La alta relación existente entre su superficie y volumen hace que el cilantro sea muy susceptible a la pérdida de agua. Cuando la refrigeración no es posible, el marchitamiento puede ser retrasado enfriando las plantas con agua o hielo, protegiéndolas de la luz solar. **López, y Villalobos. (2009).**

Debido a su rápido crecimiento, el cilantro puede cosecharse cuando ha terminado la formación de las hojas basales y se inicia el crecimiento reproductivo.

Una vez que la planta ha desarrollado completamente las hojas basales, se inicia la emisión y crecimiento del tallo floral que es grueso y vigoroso. Esta característica implica que debe iniciarse la cosecha ya que puede perder su calidad para el mercado cuando el tallo floral alcanza más de 15 cm de altura y se inicia el envejecimiento y pérdida de las hojas basales.

Se recomienda disminuir la intensidad de los riesgos en la semana programada para la cosecha y suspender el suministro de agua uno o dos días antes del arranque para facilitar la extracción de plantas con raíces limpias, evitar el deterioro del follaje por contaminación con barro y disminuir la transpiración. La cosecha se realiza mediante el arranque manual de las plantas que se toman de la base del tallo a nivel del cuello de la planta. La cosecha en seco permite plantas con raíces y follaje limpio y fresco.

Las plantas arrancadas se conservan completas con raíz y follaje, se agrupan en conjuntos conocidos como manojos o atados. Los atados se constituyen en las unidades de comercialización primaria. Estas unidades puede pesar entre 1.0 y 2.0 kg. En algunos mercados mayoristas, se forman unidades (atado) de mayor peso, 2-3 kg. (4-6 libras).

Los atados se deben proteger del sol y es preferible hacer las cosechas en las primeras horas de la mañana y almacenar bajo condiciones de sombra.

No es recomendable mojar el follaje porque acelera el deterioro por fermentaciones y pudriciones. En algunos mercados minoristas para venta al detal, los atados se sumergen en agua solo hasta el cuello de la raíz manteniendo el follaje seco. El almacenamiento debe ser bajo sombra pero en condiciones de luz, ya que la oscuridad acelera la pérdida del color verde brillante del follaje, tornándose amarillento pálido dándole una mala presentación visual. **Vallejo y Estrada. (2009)**

2.1.1.11. Propiedades del cilantro

Eupéptico; facilita la digestión, es beneficioso en trastornos digestivos, indicado en caso de gastritis, insuficiencia pancreática, digestiones pesadas, inapetencia y flatulencia.

Es carminativo, pues elimina los gases; antiespasmódica, y ligeramente tonificante del sistema nervioso; también se ha empleado como fungicida, antiinflamatorio, antihelmíntico y analgésico por vía externa.

Algunas investigaciones realizadas con ratas han demostrado que los frutos del cilantro logran reducir el colesterol de la sangre: disminuyen el colesterol malo y los triglicéridos; y aumentan el colesterol bueno. Esto es debido a que el cilantro produce una disminución en la absorción de los ácidos biliares en el intestino.

Las hojas de culantro secas son una fuente importante de vitamina K, que interviene en la síntesis hepática de los factores de coagulación sanguínea y en la calcificación de los huesos, ya que promueve la formación ósea.

En 1998 se realizó una de las investigaciones más importantes sobre el culantro, en la que se descubrió que este posee importantes propiedades quelantes.

Las terapias de quelación son un método muy utilizado en medicina en pacientes que presentan envenenamiento por metales en la sangre. Posteriormente el doctor Omura demostró que las propiedades quelantes del culantro son mayores que el EDTA (ácido etilen diamino tetracético), ya que en fresco logra eliminar cualquier metal pesado en la sangre en menos de dos semanas de tratamiento. El culantro no sólo evitó el envenenamiento, sino que mejoró la salud de los pacientes

Dentro de su composición presenta aceites esenciales, aceites grasos, trazas de glucósido, taninos, oxalato cálcico. La composición química del culantro se basa principalmente en sus aceites esenciales, entre ellos d-linalol, 70 a 90% pineno,

dipenteno, geraniol, felandreno, borneol, limoneno, cineol, canfeno, citronelol, coriandrol, linalool. **INFOAGRO. (2008).**

Además, la planta del culantro tiene hidrocarburos terpénicos y es rica en sales minerales, entre las que destacan por su abundancia las de calcio, potasio, sodio y manganeso; las hojas frescas son ricas en caroteno. **Morales. (2008).**

2.1.2. Abonos orgánicos

El abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural. En cambio los abonos inorgánicos están fabricados por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) como la urea o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio, zinc.

Actualmente los fertilizantes inorgánicos o sales minerales, suelen ser más baratos y con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, salvo en cultivo hidropónico, siempre es necesario añadir los abonos orgánicos para reponer la materia orgánica del suelo.

El uso de abono orgánico en las cosechas ha aumentado mucho debido a la demanda de alimentos frescos y sanos para el consumo humano. **Restrepo. (2007).**

2.1.2.1. Abono orgánico AGROPESA

La Planta Industrial Agropesa faena reses y cerdos que son comercializados en la cadena de Supermercados Supermaxi, Megamaxi y Súper Despensas AKI, como resultado de este proceso cuenta con una cantidad muy variada de materias primas de origen orgánico tanto animal como vegetal, las cuales,

mediante la utilización de técnicas avanzadas de compostaje son transformadas en abonos orgánicos de alta calidad. **AGROPESA. (2011).**

Es un bioestimulante y catalizador de las funciones del suelo, cuya utilización es de gran importancia en la agricultura orgánica y convencional. Es un producto biológico potenciado con *Trichoderma* que estimula la producción de antibióticos y enzimas destruyendo las paredes de las células de hongos patógenos. **AGROPESA. (2011).**

Entre los beneficios que brinda se detallan los siguientes:

- Incorpora y aumenta la actividad biológica del suelo
- Mejora la estructura del suelo
- Incrementa el desarrollo radicular de la planta
- Mejora la oxigenación del suelo
- Incrementa la distribución de nutrientes en el suelo
- Facilita el manejo de la humedad
- Previene las enfermedades de la planta
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

AGROPESA. (2011).

En el cuadro 2, se detalla la composición del abono orgánico AGROPESA.

Cuadro 1. Análisis de la composición del abono orgánico sólido

AGROPESA

Expresión	Resultado	Unidad
N	2.25	%
P2O5	2.18	%
K2O	0.44	%
Ca	2.04	%

Mg	0.35	%
Fe	0.40	%
Cu	33	ppm
Zn	259	ppm
Mn	156	ppm
Na	0.34	%
MO	54.25	%

Fuente: Agropesa, 2011

2.1.2.2. Abono orgánico BIOL

El biol es un abono orgánico líquido obtenido de la fermentación anaeróbica de estiércoles de animales domésticos, enriquecido con follajes de plantas que aportan nutrientes o alguna acción de prevención contra plagas y enfermedades.

Este abono se lo puede utilizar como inoculante y repelente de ciertas plagas. El uso del biol promueve la actividad fisiológica estimulando el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas. **Suquilanda et al., (2007).**

El Biol es el principal producto de efluente y que está constituido casi totalmente de sólidos disueltos (nutrientes solubles) y agua. Es el efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor. Por medio de filtración y floculación se puede separar la parte líquida de la sólida, obteniéndose así un biofactor que promueve el crecimiento de los vegetales. El Biol es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofógena de los vegetales, mediante un incremento apreciable del área foliar efectiva. **Claure. (2008).**

El Biol es considerado un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas y al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando substancialmente la producción y calidad de las cosechas. **Medina. (2007).**

Cuadro 2. Composición bioquímica del biol

Compuesto	Biol (mg/g)
Ácido indolacético	8.19

Giberelinas	Trazas
Purinas	---
Tiamina (B1)	259.0
Riboflavina (B2)	56.4
Piridoxina (B6)	8.8
Ácido pantoténico	142.0
Ácido fólico	6.71
Cianocobalamina (B12)	4.4
<u>Triptófano</u>	<u>26.0</u>

Fuente: Medina (2007)

2.1.3. Microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural y es un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros.

Contiene principalmente organismos beneficiosos de cuatro géneros principales:

- **Bacterias fototróficas:** Las bacterias fototróficas son un grupo de microbios independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos (ej: ácido sulfhídrico) con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias útiles incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta.

Los metabolitos hechos por estos microorganismos son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustrato para el incremento poblacional de microorganismos benéficos. Por ejemplo, en la rizósfera las micorrizas vesicular, arbuscular (VA) se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) que son secretados por las bacterias fototróficas. Las micorrizas VA en respuesta

incrementa la solubilidad de fosfatos en el suelo y por ello otorgan fósforo que no era disponible a las plantas. Las micorrizas VA también pueden coexistir con azobacter y rizobiums, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera.

- Levaduras: Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles, requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de plantas.

Las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras promueven la división activa celular y radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido lácticas y actinomycetes.

Las diferentes especies de los microorganismos eficaces (Bacterias fototrópicas, ácido lácticas y levaduras) tienen sus respectivas funciones. Sin embargo, las bacterias fototrópicas se pueden considerar como el núcleo de la actividad del EM.

Las bacterias fototrópicas refuerzan las actividades de otros microorganismos. A este fenómeno se lo denomina “coexistencia y coprosperidad”.

El aumento de poblaciones de EM en los suelos promueve el desarrollo de microorganismos benéficos existentes en el suelo. Ya que la microflora del suelo se torna abundante, y por ello el suelo desarrolla un

sistema microbial bien balanceado. En este proceso microbios específicos (especialmente los dañinos) son suprimidos, a su vez reduciendo especies microbiales del suelo que causan enfermedades. En contraste, en estos suelos desarrollados, el EM mantiene un proceso simbiótico con las raíces de las plantas junto a la rizosfera.

Las raíces de las plantas también secretan sustancias como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas activas. El EM utiliza estas secreciones para su crecimiento. En el transcurso de este proceso el EM también secreta y provee aminoácidos, ácidos nucleicos, una gran variedad de vitaminas y hormonas a las plantas. Esto significa que el EM en la rizosfera coexiste con las plantas. Por ello, en suelos dominados por el EM las plantas crecen excepcionalmente bien.

- Bacterias productoras de ácido láctico: El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacteria ácido lácticas producen ácido láctico de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fototrópicas y levaduras. Por eso, algunas comidas y bebidas como el yogur y encurtidos son hechas con bacterias ácido lácticas desde tiempos remotos. Sin embargo, el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta.

Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir enfermedades incluyendo microorganismos como fusarium, que aparecen en programas de cultivos continuos. En circunstancias normales, especies como fusarium debilitan las plantas, exponiéndolos a enfermedades y poblaciones grandes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias

ácidos lácticos reducen las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y dispersión de fusarium, y gracias a ello induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos.

- Hongos de fermentación: aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica

Investigaciones muestran que la inoculación de cultivos de EM al ecosistema del suelo/planta mejora la calidad y salud del suelo, y el crecimiento, producción, calidad de los productos. También en el uso en animales ha demostrado beneficios similares.

El EM puede aumentar significativamente los efectos benéficos en suelos buenos y prácticas agrícolas como rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza conservacionista, reciclado de residuos de cultivos y biocontrol de plagas.

El EM ayuda al proceso de descomposición de materiales orgánicos y durante la fermentación produce ácidos orgánicos que normalmente no está disponible como: ácidos lácticos, ácidos acéticos, aminoácidos y ácidos málicos, sustancias bioactivas y vitaminas. Un ingrediente primordial en este proceso es la materia orgánica que es suministrada por el reciclado de residuos de los cultivos, materia verde y desechos animales. **INFOAGRO. (2008).**

2.1.3.1. Usos de EM

La tecnología EM está siendo utilizada para reemplazar agroquímicos y fertilizantes sintéticos en varios cultivos, el EM para la agricultura se enfoca para el mejoramiento de la calidad del suelo construyendo una microflora balanceada con la mayoría de especies de microorganismos benéficos. A través de esto, es posible transformar cualquier enfermedad suelo inductor de enfermedades en un suelo supresor de enfermedades, zimogénico y finalmente sintetizador. Cuando

las plantas tienen un mejor ambiente para su crecimiento y desarrollo, los niveles de producción se incrementan y aumenta la resistencia a enfermedades. Además de esto, la calidad de los productos que provienen de fincas donde el EM es utilizado, son de mejor apariencia y sabor y tienen una vida de anaquel más larga.

La Tecnología EM puede ser utilizada en la preparación del terreno, germinación y enraizamiento del material vegetal, la siembra y trasplante y el mantenimiento tanto al suelo como al follaje de las plantas. **INFOAGRO.**

(2008).

2.1.3.2. Azotobacter spp.

Las bacterias aerobias de vida libre fijadoras de N₂ más conocidas se encuentran formando parte de las familias Azotobacteriaceae, Spirillaceae y Bacillaceae.

Del género *Azotobacter* se han descrito varias especies: *Azotobacter chroococcum* (Beijerinck 1901), *A. vinelandii* (Lipman 1903), *A. agilis* (Beijerinck; Winogradsky 1938) y *A. paspali* (Döbereiner 1966); sin embargo no todas tienen características perfectamente definidas.

Los microorganismos del género *Azotobacter* se describieron por primera vez por Beijerinck en 1901, desde este momento hasta nuestros días, estas bacterias han llamado la atención de numerosos investigadores por su importancia tanto teórica como práctica. La morfología de *Azotobacter* ha sido y es, uno de los apartados de estudio más atractivo de este género bacteriano.

González, et al. (2007).

Así, la citología de estas bacterias no solo se altera por las condiciones ambientales, sino que más bien varía de una forma extrema. Winogradski en 1938 observó que la presencia en el medio de cultivo de compuestos carbonados como el n-butanol daba lugar a la formación de células vegetativas normales, pero en función del periodo de incubación se originaban células cocoides

denominadas quistes. Pochon y Tchan en 1948, consideraron a estos quistes como formas de reposo. Más tarde Socolofsky y Wyss en 1962, demostraron la característica de resistencia de estas formas quísticas.

Martínez, et al. (2007).

2.1.3.3. *Pseudomonas fluorescens*

Es un bacilo Gram-negativo, recto o ligeramente curvado pero no vibrioide, es saprófito, (todo lo que ingiere pasa a través de la pared de su citoplasma).

Se puede encontrar en suelo y agua.

Es incapaz de formar esporas y crece aeróbicamente. La temperatura óptima para su funcionamiento es de 25 a 30 °C, aunque puede crecer desde los 5 hasta los 42 °C aproximadamente. No crece bajo condiciones ácidas ($\text{pH} \leq 4.5$) y necesita preferentemente pH neutro. Tiene movimiento activo en líquido por sus flagelos polares (más de 1). Su pigmento fluorescente (fluoresceína) la hace reaccionar frente a la luz ultravioleta, aunque recién cultivada o después de varios cultivos de laboratorio, puede ser que no reaccione. **Sorensen, J. et al. (2009).**

Las *Pseudomonas* pueden crecer en un medio mineral con iones de amonio o nitrato y un solo compuesto orgánico que funciona como única fuente de carbono y energía. La ganancia energética es obtenida por respiración aeróbica, no por fermentación y su crecimiento es rápido.

Abundan en la superficie de las raíces, ya que son versátiles en su metabolismo y pueden utilizar varios sustratos producidos por las mismas, pero no establecen una relación simbiótica con la planta.

Una de las características de la *Pseudomonas fluorescens* es su alta capacidad de solubilización del fósforo y la realizan por dos vías: la primera es la producción de ácidos orgánicos (ácido cítrico, ácido oxálico, ácido glucónico) que actúan sobre el pH del suelo favoreciendo la solubilización del fósforo inorgánico y liberando el fosfato a la solución del suelo. **Stanier R, et al. (2007).**

2.1.4. Investigaciones realizadas en cilantro

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes fuentes y combinaciones de abonos orgánicos sobre un suelo de la serie Maracay, utilizando como cultivo indicador el cilantro (*Coriandrum sativum* L). Para eso se empleó un diseño de bloque al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones: T1 humus de lombriz, T2 estiércol de gallina, T3 estiércol de ovejo, T4 humus de lombriz + estiércol de gallina (1: 1), T5 humus de lombriz + estiércol de ovejo (1: 1), T6 estiércol de gallina + estiércol de ovejo (1: 1), T7 estiércol de ovejo + estiércol gallina + humus de lombriz (1: 1: 1), T8 suelo solo, T9 fertilizante químico. Se empleó como criterio aplicar el equivalente de 225 Kg/ha de N.

Las variables evaluadas fueron altura grosor, peso fresco, peso seco de la parte aérea, radical y rendimiento del cilantro. Para el suelo se evaluó materia orgánica, nitrógeno total pH al momento de la siembra y a la cosecha, así como densidad aparente, módulo de ruptura porosidad y humedad al momento de la cosecha. Los resultados evidenciaron las bondades de la aplicación de fertilizante químico y la rápida respuesta del cilantro a la fertilización química (T9) seguido de la combinación de humus de lombriz + estiércol de gallina (T4) para todos los parámetros asociados al rendimiento arrojó diferencias altamente significativas. En cuanto al suelo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables materia orgánica, nitrógeno total y pH, siendo los mayores tratamientos T9 y T4, para la cosecha solo resultó significativo el pH para el T9. Se concluye que el cilantro responde mejor a la fertilización química que a la aplicación de abonos orgánicos solos o combinados y que la aplicación de abonos orgánicos regula el pH, comportándose como enmiendas. El efecto sobre las propiedades físicas no es tangible en corto plazo. **Fernández y Abreu. (2007).**

Con el fin de evaluar el efecto remanente que tiene la incorporación de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en (dos ciclos) de cultivo, fue diseñado un ensayo a nivel de invernadero, utilizando

un Oxic Haplustalf, perteneciente a la serie Uribeque (Estado Yaracuy). El diseño experimental fue en bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones y se utilizó como unidades experimentales bandejas (30 x 50 x 10) cm. Los tratamientos fueron suelo sin estiércol (E0), sin estiércol + crotalaria al 75% (E0C), sin estiércol + quinchoncho al 75% (E0Q), con estiércol (E1), crotalaria con estiércol (E1C), quinchoncho con estiércol (E1Q) y suelo con fertilizante comercial (EF). El cilantro se sembró separado a cinco cm, dejando de 30 a 35 plantas por hilo, luego se cosechó toda la planta y se volvió a sembrar para evaluar en ambos ciclos: altura de la planta, rendimiento, peso fresco y seco de parte aérea y radical. Los resultados evidencian que el cilantro aprovechó mejor el nitrógeno proveniente del fertilizante comercial, en el primer ciclo, lo cual se reflejó en diferencias significativas para las variables evaluadas. Sin embargo, resultó con las medias más bajas para las mismas variables en el segundo ciclo. Por su parte los tratamientos con residuos solos o combinados con estiércol tuvieron mejor efecto en el segundo ciclo del cultivo, sobre las variables evaluadas, de igual forma el tratamiento con estiércol solo. Por otra parte el tratamiento que influyó más sobre la variable peso fresco de la planta fue el quinchoncho solo, seguido del tratamiento con fertilizante comercial y estiércol solo. Respecto al rendimiento total de toda el área no hubo diferencias significativas de un tratamiento respecto al otro.

Vargas y Abreu (2007).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización

El presente estudio se realizó en el Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, sector La Playita, se ubica entre las coordenadas geográficas 00° 49' 00" latitud sur y 78°48'30" longitud oeste. El trabajo experimental tuvo una duración de tres meses.

3.1.2. Características climáticas y Clasificación ecológica

Cuadro 3. Condiciones meteorológicas del cantón La Maná.

Parámetros	Promedios
Temperatura °C	23, 00
Humedad relativa %	65, 00
Precipitación mm	540, 20
Heliofanía horas/ luz/ año	1278, 00
Evaporación promedio anual	730.00

Fuente: Instituto Nacional De Meteorología e Hidrología INHAMI, Pujilí. 2011.

3.1.3. Materiales, herramientas y equipos

Se utilizó equipos y herramientas tal como se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. Materiales necesarios

Detalle	Cantidad
Azadón	1
Rastrillo	1
Manguera plástica, (m)	10
Bomba de agua	1
Pala	1
Piola, (m)	50
Estacas	20
Balanza	1
Cinta adhesiva	1
Abono orgánico Biol, (L)	4
Abono orgánico Agropesa (L)	4
Microorganismos eficientes (L)	4
Bomba de fumigar	1
Tanque	1
Baldes	2
Semilla de cilantro (g)	50
Cuaderno de campo	1
Registros	5
Análisis de suelo	2

3.1.4. Delineamiento experimental

Parcelas	20
Largo de parcela, m	2
Ancho de parcela, m	1
Área de parcela, m ²	2
Distancia entre parcela, m	1
Distancia entre hilera, cm	30
Distancia entre planta, cm	20
Número de hileras por parcela	4
Número de plantas por parcela	20

3.1.5. Tratamientos

Los tratamientos bajo estudio fueron los siguientes:

T1 = Abono orgánico Agropesa (50L há⁻¹) + *Azotobacter spp.* (1L ha⁻¹)

T2 = Abono orgánico Agropesa (50L há⁻¹) + *Pseudomonas fluorescens* (1L ha⁻¹)

T3 = Abono orgánico Biol (50L há⁻¹) + *Azotobacter spp.* (1 L ha⁻¹)

T4= Abono orgánico Biol (50L há⁻¹) + *Pseudomonas fluorescens* (1L ha⁻¹)

3.1.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar DBCA con un total de cuatro tratamientos y cinco repeticiones, con lo cual se obtuvo 20 unidades experimentales y están representados en el cuadro 5. Se realizó el análisis de varianza, de las fuentes de variación que resulten significativas, se efectuó la prueba de Tukey al 5%. Cuadro 6.

Cuadro 5. Esquema del experimento

Tratamientos	Repeticiones	Área/p. (m ²)	Área Total (m ²)
T1	5	10	50

T2	5	10	50
T3	5	10	50
T4	5	10	50
Total			200

* U.E. Unidades experimentales

Cuadro 6. Análisis de varianza

Fuentes de varianza		G.L.
Repeticiones	r-1	4
Tratamientos	t-1	3
Error	(r-1) (t-1)	12
Total	(r.t)-1	19

3.1.7. Variables en estudios

3.1.7.1. Altura de planta

Se midió la altura de 10 plantas de la parcela neta a los 30, 45 y 60 días después de haber realizado el trasplante para lo cual se utilizó un flexómetro y se expresó en centímetros. Se procedió a tomar la altura de la planta desde el cuello hasta el ápice de la hoja.

3.1.7.2. Número de tallo

Después de tomar la altura de las plantas se procedió a contar el número de tallo de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta.

3.1.7.3. Peso del tallo (g)

Una vez realizada la toma del número de tallo se procedió a pesar el tallo de 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta, para lo cual se utilizó una balanza gramera.

3.1.7.4. Rendimiento

El rendimiento se expresó en kilos por parcela neta para luego transformarlo en kilos por hectárea.

3.1.8. Análisis económico

Para efectuar el análisis económico de los tratamientos, se utilizó la relación beneficio / costo.

3.1.8.1. Ingreso bruto por tratamiento

Son los valores totales en la fase de investigación, para el caso del valor de la unidad de cilantro se tomó como referencia el precio fluctuante en el mercado para lo cual se realizó la fórmula:

$$IB = Y \times PY, \text{ donde:}$$

IB = ingreso bruto

Y = producto

PY= precio del producto

3.1.8.2. Costos totales por tratamiento

Se determinó mediante la suma de los costos (materiales, equipos, instalaciones, abonos orgánicos, mano de obra, etc.). Empleando la siguiente fórmula:

$$CT = X + PX \text{ donde}$$

CT= costos totales

X = costos variables PX

= costo fijo

3.8.3. Utilidad neta

Es el restante de los ingresos brutos menos los costos totales de producción y se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT. \text{ Dónde:}$$

BN = beneficio neto

IB = ingreso bruto

CT= costos totales

3.1.8.4. Relación beneficio/costo

Se la obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales del mismo.

$$R (B/C) = BN / CT \times 100$$

R (B/C) = relación beneficio costo

BN = beneficio neto

CT = costos totales.

3.1.9. Manejo del experimento

Se procedió a realizar la preparación del terreno, división y delimitación de las parcelas. Se escogió un lugar apropiado para el establecimiento del semillero, donde se facilite el riego y el drenaje. Posteriormente se esparció la semilla en el área establecida, y a los 15 días fue llevada al lugar de trasplante.

El trasplante se realizó en forma manual, las plántulas se retiraron cuidadosamente del semillero, colocando una plántulas por sitio, el trasplante se efectuó a una distancia de 0.20 por 0.30 metros.

El control de malezas se realizó en pre y post emergencia temprana, a base de herbicidas y se lo hizo con bombas de mochila de 20 litros.

El control fitosanitario se lo realizó de acuerdo a las necesidades del cultivo.

La cosecha se efectuó en forma manual cuando el cultivo tuvo una maduración fisiológica en un 95%.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Efecto simple de los factores

El cuadro 7 presenta los efectos simples de los factores bajo estudio, en lo referente a los abonos, Agropesa obtuvo mayor altura de planta a los 30 y 45 días con 15.50 y 31.33 cm en su orden; mientras que, a los 60 días el abono biol obtuvo su mayor nivel con 42.10 cm.

En lo relativo a los inoculantes, el azotobacter spp obtuvo la mayor altura de planta a los 30, 45 y 60 días con 15.35, 31.30 y 42.85 cm en su orden respectivo, sin diferencias estadísticas entre los inoculantes según la prueba de Tukey ($p \geq 0.05$)

Cuadro 7. Efecto simple de altura de planta en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013.

Factores	Altura (cm)		
	30 días	45 días	60 días
Abonos			
Agropesa	15,50 a	31,33 a	41,48 a
Biol	15,00 b	31,13 a	42,10 a
Inoculantes			
<i>Azotobacter spp</i>	15,35 a	31,30 a	42,85 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	15,15 a	31,15 a	40,73 a
C.V. (%)	2,10	2,33	7,40

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

En lo relacionado con el peso, el abono Agropesa presentó el mayor valor con (111.78 g) y rendimiento por hectárea con una fracción mayoritaria de 1.12 t. Para el factor inoculante, *Azotobacter spp* demostró el mayor peso con 111.93 g y

rendimiento por hectárea con 1.12 t, existiendo diferencias estadísticas para estas variables

Cuadro 8. Efecto simple de peso (g) y rendimiento (t ha⁻¹) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013.

Factores	Peso (g)	Rendimiento (tha-1)
Abonos		
Agropesa	111,78 a	1,12 a
Biol	109,63 a	1,10 a
Inoculantes		
<i>Azotobacter spp</i>	111,93 a	1,12 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	109,48 a	1,10 a
C.V. (%)	3,44	3,59

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

4.1.2. Efecto de los tratamientos

La altura de planta por el tratamiento de abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* utilizado, llegó a la mayor elevación con 15.95, 31.90 y 43.75 cm a los 30, 45 y 60 días, en su respectivo orden.

Cuadro 9. Altura de planta en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013.

C.V. (%)	2,10	2,33	7,40
Tratamientos	30 días	45 días	60 días
Abono orgánico Agropesa + <i>Azotobacter spp.</i>	15,95 a	31,90 a	43,75 a
Abono orgánico Agropesa + <i>Pseudomona fluorescens</i>	15,05 b	30,75 a	39,20 a
Abono orgánico Biol + <i>Azotobacter spp.</i>	14,75 b	30,70 a	41,95 a
Abono orgánico Biol + <i>Pseudomona fluorescens</i>	15,25 ab	31,55 a	42,25 a
Altura (cm)			

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

El tratamiento Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* logro su mayor provecho en peso con 113.25 g; y, rendimiento por hectárea con 1.13 t. sin diferencia estadística entre los tratamientos en estudio.

Cuadro 10. Peso (g) y rendimiento (t ha⁻¹) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013.

Tratamientos	Peso (g)	Rendimiento (tha ⁻¹)
Abono orgánico Agropesa + <i>Azotobacter spp.</i>	113,25 a	1,13 a
Abono orgánico Agropesa + <i>Pseudomona fluorescens</i>	110,30 a	1,10 a
Abono orgánico Biol + <i>Azotobacter spp.</i>	110,60 a	1,11 a
Abono orgánico Biol + <i>Pseudomona fluorescens</i>	108,65 a	1,09 a
C.V. (%)	3,44	3,59

*Promedios con letras iguales no presentan diferencia estadística ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey

4.1.3. Efecto de las correlaciones

Este coeficiente es un indicador de la relación lineal existente entre dos variables.

Cuadro 11. Correlaciones en altura de planta a los 30,45 y 60 días, peso (g) y rendimiento (t ha⁻¹) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013.

	Alt. (cm.) 30 D	Alt. (cm.) 45 D	Alt. (cm.) 60 D	Peso (g.) C	Rend (Tha ⁻¹)
Alt. (cm.) 30 D	1,000				
Alt. (cm.) 45 D	0,833	1,000			
Alt. (cm.) 60 D	0,735	0,838	1,000		
Peso (g.) C	0,772	0,737	0,830	1,000	
Rend. (t ha ⁻¹)	0,772	0,737	0,830	1,000	1,000

4.1.3.1. Altura de planta (cm) y peso (g)

Al realizar el estudio de regresión y correlación entre las variables, se observó una relación no significativa ($P \leq 0,05$) y positiva entre la altura (X) y peso (Y), que se encuentran con un coeficiente de correlación ($\sqrt{r^2} = r$) de 0,6889 y descritas por la ecuación: $63,736 + 1,1156 X$, esto indica que a mayor altura, menor es el peso.

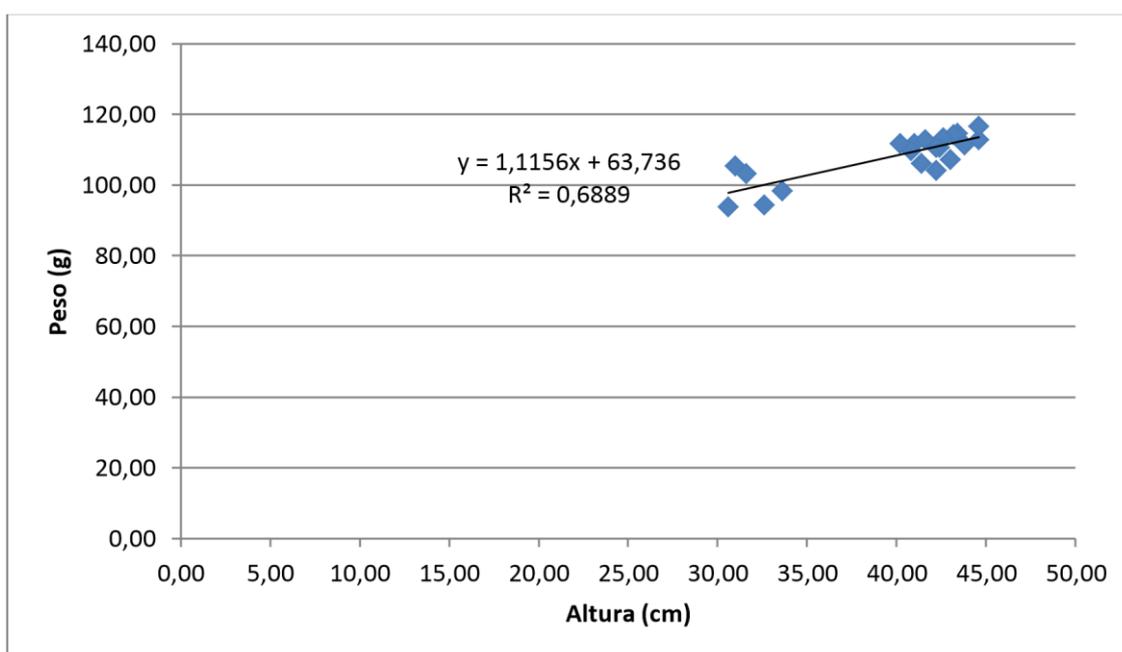


Figura 1. Correlaciones entre altura de planta a los 60 días y peso en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del

cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná. 2013.

4.1.3.2. Altura de planta (cm) y rendimiento (tha⁻¹)

Se determinó que la altura de la planta (X) y el rendimiento (Y) se encuentran con un coeficiente de correlación (r^2) de 0,6889 y descritas por la ecuación $0,6374 + 0,0112 X$, esto indica que a mayor altura de planta, menor es el rendimiento (figura 2).

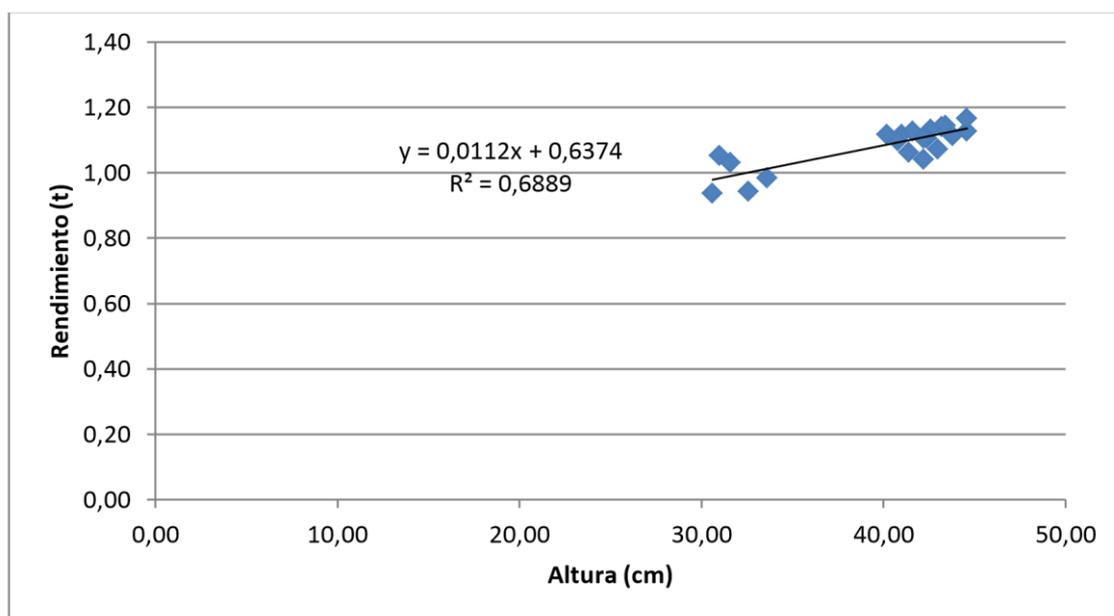


Figura 2. Correlaciones entre altura de planta a los 60 días y rendimiento en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón la maná. 2013.

4.1.4. Análisis económico

La evaluación económica se efectuó de acuerdo a la metodología propuesta, para el análisis de los tratamientos o alternativas tecnológicas evaluadas en el presente estudio, se consideraron los costos totales para determinar el presupuesto. En el cuadro 10, se expresa el rendimiento total en kg/tratamiento

para cada una de las tecnologías empleadas en la presente investigación; los costos totales de cada tratamiento y la utilidad neta expresada.

4.1.4.1. Costos totales por tratamiento

Los costos estuvieron representados por los inherentes a cada uno de los abonos e inoculantes empleados, esto es el costo del abono Agropesa y biol, insumos y mano de obra, los costos fueron de 54.42 USD para cada uno de los tratamientos.

4.1.4.2. Ingreso bruto por tratamiento

El tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, reportó los mayores ingresos con 63.12 USD.

4.1.4.3. Utilidad neta

La utilidad más óptima se dio con tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, con 8.70 USD.

4.1.4.4. Relación beneficio/costo

La mejor relación beneficio/costo fue tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, con 0,16.

CUADRO 12. Análisis económico en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*coriandrum sativum*) en el cantón la maná.

Tratamientos

Rubros	Abono			
	Abono orgánico Agropes +	Abono orgánico Agropesa +	Abono orgánico Biol +	Abono orgánico Biol
	<i>Azotoba cter spp. a+</i>	<i>Pseudom ona fluoresce</i>	<i>Azotoba cter spp. ns</i>	<i>Pseudom ona fluoresce ns</i>
Costos				
Jornales por siembra, deshierbas y cosecha	18.75	18.75	18.75	18.75
Semilla de cilantro	6.25	6.25	6.25	6.25
Abonos				
Agropesa	8.00	8.00		
Biol			9.00	9.00
Inoculantes				
Azotobacter spp.	8.00	8.00		
Pseudomona fluorescens			8.00	8.00
Insumos				
Herbicidas	3.00	3.00	3.00	3.00
Fungicidas	4.25	4.25	4.25	4.25
Herramientas				
Dep. Bomba de mochila	1.67	1.67	1.67	1.67
Dep. azadón	0.50	0.50	0.50	0.50
Dep. Machete	0.63	0.63	0.63	0.63
Dep. Tanque para mezclas	1.88	1.88	1.88	1.88
<u>Dep. Balanza</u>	<u>1.50</u>	<u>1.50</u>	<u>1.50</u>	<u>1.50</u>
Total costos	54.42	54.42	55.42	55.42
Ingresos				
Producción (kg)	105.19	100.91	102.89	100.76
Precio (dólares)	0.60	0.60	0.60	0.60
Ingresos bruto	63.12	60.54	61.73	60.46
Utilidad neta	<u>8.70</u>	<u>6.13</u>	<u>6.32</u>	<u>5.04</u>
Beneficio costo	0.16	0.11	0.11	0.09

4.2. Discusión

La altura de planta por el tratamiento de abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* utilizado, llegó a la mayor elevación con 15.95, 31.90 y 43.75 cm a los 30, 45 y 60 días, en su respectivo orden. Este abono se lo puede utilizar como inoculante

y repelente de ciertas plagas. El uso del biol promueve la actividad fisiológica estimulando el crecimiento vegetativo de las plantas cultivadas. **Suquilanda et al., (2007)**. Los microorganismos del género *Azotobacter* se describieron por primera vez por Beijerinck en 1901, desde este momento hasta nuestros días, estas bacterias han llamado la atención de numerosos investigadores por su importancia tanto teórica como práctica. La morfología de *Azotobacter* ha sido y es, uno de los apartados de estudio más atractivo de este género bacteriano. **González, et al. (2007)**.

El tratamiento Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* logro su mayor provecho en peso con 113.25 g; y, rendimiento por hectárea con 1.13 t. sin diferencia estadística entre los tratamientos en estudio. Los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural y es un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros. Una de las características de la *Pseudomonas fluorescens* es su alta capacidad de solubilización del fósforo y la realizan por dos vías: la primera es la producción de ácidos orgánicos (ácido cítrico, ácido oxálico, ácido glucónico) que actúan sobre el pH del suelo favoreciendo la solubilización del fósforo inorgánico y liberando el fosfato a la solución del suelo. **Stanier R, et al. (2007)**.

Los resultados evidencian que el cilantro aprovechó mejor el nitrógeno proveniente del fertilizante comercial, en el primer ciclo, lo cual se reflejó en diferencias significativas para las variables evaluadas. Sin embargo, resultó con las medias más bajas para las mismas variables en el segundo ciclo. Por su parte los tratamientos con residuos solos o combinados con estiércol tuvieron mejor efecto en el segundo ciclo del cultivo, sobre las variables evaluadas, de igual forma el tratamiento con estiércol solo. Por otra parte el tratamiento que influyo más sobre la variable peso fresco de la planta fue el quinchoncho solo, seguido del tratamiento con fertilizante comercial y estiércol solo. Respecto al rendimiento total de toda el área no hubo diferencias significativas de un tratamiento respecto al otro. **Vargas y Abreu (2007)**.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La altura de planta por el tratamiento de abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* utilizado, llegó a la mayor elevación con 15.95, 31.90 y 43.75 cm a los 30, 45 y 60 días, en su respectivo orden.
- El tratamiento Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp* logro su mayor provecho en peso con 113.25 g; y, rendimiento por hectárea con 1.13 t. sin diferencia estadística entre los tratamientos en estudio.
- El tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, reportó los mayores ingresos con 63.12 USD. La utilidad más óptima se dio con tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, con 8.70 USD. La mejor relación beneficio/costo fue tratamiento 1 Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, con 0,16.

5.2. Recomendaciones

- Para la siembra de cilantro se recomienda utilizar Abono orgánico Agropesa + *Azotobacter spp.*, debido a que con este se obtiene mejor rendimiento que con los otros abonos estudiados.
- Realizar investigaciones de la aplicación de abonos orgánicos en asociación con abonos químicos con la finalidad de obtener mejores rendimientos.

CAPÍTULO VI.

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

AGROPESA. 2011. Características del abono orgánico AGROPESA. Boletín Divulgativo. Planta Industrial km. 38, vía Santo Domingo – Quevedo. E-mail: cdagropesa@agropesa.com.ec

Bolaños A. (2008). Orientación a la olericultura. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José. Costa Rica 2007. Primera edición. Primera reimpresión. pág. 207.

Carrero, L., Navarro A., y Castro M. (2009) Cultivos organopónicos para la siembra del cilantro. U.E. Félix Antonio Silva. San Cristóbal.

- Claire 2008. Producción de biofertilizante líquido a base de estiércoles y compuestos orgánicos en Michoacán, México. XII Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Abril 28-30, 2010. Chapingo, México pp. 72-73.
- DENNIS, J. & WILSON, J. 2007. Control de enfermedades en las semillas de cilantro y otras especias. Australia: Las Industrias rurales y la Corporación de desarrollo (en línea). Consultado 09 de febrero 2010. Disponible en: <http://www.hdc.org.uk/herbs/page.asp?id=23>
- Fernández Harry y Abreu de O Xiomara 2007. Efecto de la incorporación de abonos orgánicos en un suelo de la serie Maracay, utilizando como indicador el cultivo de cilantro (*coriandrum sativum* L). En línea, disponible en: <http://www.researchgate.net/publication> Consultado el 20 de agosto de 2012.
- González, R.; Domínguez, Q.; Expósito, L. A.; González, J. L.; Martínez, Teresa e Hidalgo, M. Efecto de diferentes cepas de *Azotobacter* sp. En el crecimiento y desarrollo de vitroplantas de piña (*Annana comosus*) durante la fase de adaptación. II Taller sobre biofertilización en los trópicos. 16-18 de noviembre. La Habana.
- Cultivos Tropicales 15 (3). 2007: 66.
- INFOAGRO, 2008. Departamento de Ingeniería Agronómica y Contenidos. Coriandro, un cultivo alternativo para la producción de aceites (en línea). Murcia, España. Consultado 20 de enero 2010. Disponible en: <http://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htm>

- Jeanglille K., (2008). Sustratos para la agricultura en regiones tropicales y subtropicales. Manual técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Pág. 18 - 26.
- Krarup N., (2008) "Perspectivas hortícolas de la IX Región". En: Seminario perspectivas hortofrutícolas para la IX Región, CORFO.
Temuco. Chile. 198 p.
- López, M., y Villalobos G., (2009) El coriandro, un cultivo alternativo para la producción de aceites. Revista INFOAGRO.
- Medina 2007. Potencial de los caldos rizósfera y súper cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad de los cultivos de hortalizas.
Agronomía Colombiana. 26(3): 517-524.
- MORALES, J.P. 2008. FDA, Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Cultivo de cilantro, cilantro ancho y perejil. Boletín técnico N° 25 (en línea).
República Dominicana. Consultado 15 de diciembre 2009.
Disponible en:
<http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cilantro.pdf>.
- Restrepo, J. 2007. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE.
51 P.
- Sorensen, J. Jensen, LE, y Nybroe, O. 2009. Suelo y rizosfera como hábitat de inoculantes *Pseudomonas*: Los nuevos conocimientos sobre la distribución, actividad y estado fisiológico derivado de una sola célula estudios de escala y micro. Planta de suelo Págs.:97-108.
- Stanier R, Ingraham J., Wheelis M., y Painter P. 2007. Microbiología. Editorial reverté. Págs. 67-68

Suquilanda, M. 2007. Producción orgánica de cinco hortalizas en la sierra centro norte del Ecuador. Editorial Universidad Central Quito – Ecuador. Pp. 147-154.

Vallejo F. y Estrada E. 2009. Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad nacional de Colombia. Sede Plamira. Pag 291-298 y 305 – 310.

Vargas Luis y Abreu de O Xiomara. 2007. Efecto remanente de abonos orgánicos incorporados, solo o combinados en suelos de la serie uribeque, utilizando como indicador el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) En línea, disponible en: <http://www.researchgate.net/publication> Consultado el 20 de agosto de 2012.

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

Anexo

1. **Análisis de varianza de altura de planta a los 30 días en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo.	5.495	6	0.9158333	2.4368071	0.1109289
Repetición	0.2675	3	0.0891667	0.2372506	0.8682165
Abono	2.4025	1	2.4025	6.3924612	0.0323237
Inoculante	0.4225	1	0.4225	1.1241685	0.3166463
Abono*Inoculante	2.4025	1	2.4025	6.3924612	0.0323237
Error	3.3825	9	0.3758333		
Total	8.8775	15			

- Anexo 2. Análisis de varianza número de tallos en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo.	5.37375	6	0.895625	9.4207451	0.0018587
Repetición	4.311875	3	1.4372917	15.118335	0.0007356
Abono	0.330625	1	0.330625	3.477721	0.0950736
Inoculante	0.050625	1	0.050625	0.5325055	0.4841141
Abono*Inoculante	0.680625	1	0.680625	7.1592403	0.0253853
Error	0.855625	9	0.0950694		
Total	6.229375	15			

- Anexo 3. Análisis de varianza peso de tallo en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo.	36.02	6	6.0033333	1.6109123	0.2495396
Repetición	14.06	3	4.6866667	1.2576029	0.3458156
Abono	16	1	16	4.293381	0.0681376
Inoculante	1.96	1	1.96	0.5259392	0.4867462
Abono*Inoculante	4	1	4	1.0733453	0.3272247

Error	33.54	9	3.7266667		
Total	69.56	15			

Anexo 4. Análisis de varianza de rendimiento (t/ha⁻¹) en la incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) en el cantón La Maná.

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo.	0.07655	6	0.0127583	4.0682019	0.0297756
Repetición	0.022325	3	0.0074417	2.3728964	0.1380766
Abono	0.0256	1	0.0256	8.1629761	0.0188697
Inoculante	0.009025	1	0.009025	2.8777679	0.124044
Abono*Inoculante	0.0196	1	0.0196	6.2497786	0.0338643
Error	0.028225	9	0.0031361		
Total	0.104775	15			

Anexo

5. Análisis de laboratorio

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Universidad Técnica Estatal de Quevedo Dirección : Ciudad : Quevedo Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : La Playita Provincia : Los Ríos Cantón : Quevedo Parroquia : Ubicación :
---	---

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° de Reporte : 003328
 Fecha de Muestreo : 11/01/2012
 Fecha de Ingreso : 01/02/2013
 Fecha de Salida : 13/02/2013

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			ds/m	C.E.	M.O.	Ca + Mg		Σ Bases	(meq/l)½	RAS	ppm		Clase Textural
	AH+H	Al	Na				Mg	K				Arena	Limo-Arcilla	
66057				9,3	1,88	1,2 B	19,38	16,30						
66058				10,0	2,59	2,2 B	28,52	15,94						
66059				8,6	2,73	2,5 B	26,36	15,05						
66060				16,2	2,29	2,5 B	39,43	14,15						



INTERPRETACION AH, Al y Na : B = Bajo M = Medio T = Tóxico NS = No Salino LS = Lig. Salino S = Salino MS = Muy Salino	ABREVIATURAS C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio	METODOLOGIA USADA C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Winkley Blaci AH+H = Titulación con NaOH
--	--	--

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS
RESPONSABLE LABORATORIO



INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Universidad Técnica Estatal de Quevedo
 Dirección : Quevedo
 Ciudad : Quevedo
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : La Playita
 Provincia : Los Ríos
 Cantón : Quevedo
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° Reporte : 003328
 Fecha de Muestreo : 11/01/2012
 Fecha de Ingreso : 01/02/2013
 Fecha de Salida : 13/02/2013

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	mes/100ml										
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
66057	T Humus		7,5 PN	11 B	31 A	0,80 A	14 A	1,5 M	5 B	3,1 M	5,1 A	35 M	1,1 B	0,14 B
66058	T Agua de agua		7,5 PN	8 B	14 M	0,54 A	14 A	1,4 M	3 B	2,0 M	4,6 A	47 A	1,5 B	0,16 B
66059	T Mezcla Agua-agua-Humus		7,4 PN	8 B	32 A	0,55 A	13 A	1,5 M	3 B	3,2 M	5,5 A	40 M	3,2 B	0,17 B
66060	Testigo		7,4 PN	11 B	6 B	0,35 M	13 A	0,8 B	3 B	1,2 B	5,2 A	39 M	0,8 B	0,14 B
				9,5 B	30,75	0,56	13,5	1,3	3,5	2,3	5,1	10	1,65	



INIAP
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
QUEVEDO

INTERPRETACION

pH :
 MAc = Muy Acido LAc = Liger Acido LAI = Liger Alcalino
 Ac = Acido PN = Prac. Neutro MeAl = Media Alcalino
 MeAc = Media Acido N = Neutro Al = Alcalino

Elementos: de N a B
 B = Bajo
 M = Medio
 A = Alto

EXTRACTANTES

Obsen Modificado
 N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
 = Colorimetria
 Fosfato de Calcio Monobásico
 = Turbidimetria
 = Absorción atómica
 B,S

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]
LIDER OPTO. NAT. SUELOS Y AGUAS

6. Fotos de la investigación



Figura 1. Hilera de cilantro



Figura 2. Toma de dato, peso de planta

Anexo



Figura 3. Deshierba manual



Figura 4. Dosis de Biol para aplicar a parcela experimental



Figura 5. Aplicación de fertilizante



Figura 6. Identificación de la parcela