

I. INTRODUCCIÓN

El culantro (*Coriandrum sativum* L.) es una especie cultivada que integra grupos de hierbas medicinales, aromáticas y de condimento de mayor consumo; ésta es industrializada para la extracción de aceites esenciales y productos farmacéuticos; así como también se destaca por ser repelente de insectos a nivel de campo y almacenaje. El culantro, con el pasar de los años se ha ido expandiendo en el mercado tanto nacional como internacional (Morales, 1995).

En el 2002 según el III Censo Nacional Agropecuario, en el Ecuador las principales provincias productoras de culantro; fueron: Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Carchi, Tungurahua y Bolívar; las mismas que contaban con una superficie cultivable de 347 ha y con 1494 toneladas métricas cosechadas (Cámara de Agricultura 2002).

Actualmente el culantro es una de las especies de mayores implicaciones económicas, ya que es un cultivo con buen rendimiento y buen precio internacional. Se calcula que la especie mueve alrededor de US\$ 6.000 millones en el mercado mundial y con un crecimiento del sector entre un 5 y 6 % por año (Infoagro, 1997).

La Empresa Ecuatoriana Expoarom LTDA, está dedicada a la producción de hortalizas y hierbas aromáticas bajo un esquema que tiende a lo orgánico, con la finalidad de ofrecer productos de calidad y sin residuos químicos. Expoarom ocupa más del 70% del mercado de hierbas aromáticas que vende a los Supermercados La Favorita - "Supermaxi" a nivel nacional; proporcionando de esta manera productos

saludables para el consumidor. Sin embargo, esta especie aromática es infectada por una enfermedad denominada “peca del culantro” que ha venido generando pérdidas económicas debido al incremento de costos y eliminación de follaje infectado.

Por las razones anotadas, mediante la ejecución de la presente investigación; se propuso identificar el agente causal de la denominada “peca del culantro”; y, formular un plan de manejo orgánico, mediante el empleo de alternativas más eficientes, estables amigables con el ambiente y económicas, para el manejo integral de la enfermedad.

Es importante generar una alternativa de manejo con enfoque agroecológico apropiado; seleccionando productos no residuales y orgánicos que propicien una agricultura más saludable para el productor, consumidor y el medio. Un ejemplo de ello son los productos elaborados a base de algas, extractos de semillas, fosfitos, bacterias biocontroladoras, etc. Debido a las estrategias que se plantean para la producción de alimentos en el mundo, especialmente las relacionadas con la globalización y el desarrollo sostenible.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- ✚ Identificar y caracterizar el agente causal de la mancha foliar denominada “peca” en culantro (*Coriandrum sativum* L.) y establecer a nivel de campo un eficiente control con el uso de productos orgánicos.

1.1.2. Objetivos Especificos

- ✚ Aislar, purificar y conservar al agente causal de la “peca” del culantro.

- ✚ Caracterizar al agente causal de la “peca” del culantro y establecer su grado de patogenicidad mediante la aplicación de los Postulados de Koch, en plántulas de culantro, cultivadas en invernadero.

- ✚ Verificar la eficiencia de los productos orgánicos en el control del agente causal de la “peca” del culantro, en laboratorio.

- ✚ Evaluar la eficiencia de los productos orgánicos seleccionados en laboratorio en el control del agente causal de la “peca” en culantro, en campo.

- ✚ Determinar el tratamiento que resulte más económico y eficiente para el manejo de la “peca” del culantro.

- ✚ Difundir los resultados y la metodología del proyecto de investigación a los interesados para su conocimiento y aplicación a través de un artículo científico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DEL CULANTRO

2.1.1. Origen y Generalidades del Cultivo

El culantro o conocido también como cilantro es un cultivo aromático y oleaginoso, cuyo origen se ubica 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 tipos cultivados (Zeven and De Wet, citado por Vallejo y Estrada, 2004).

Especímenes (plantas y semillas), encontrados frecuentemente en las muestras arqueológicas de Egipto y el Mediterráneo, indican la gran importancia que tuvo ésta planta en la cultura egipcia que se extendió hasta la región del sur Mediterráneo. 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 éste continente especialmente Italia, España, Francia y Portugal (Diederichsen, 1996).

Al continente americano fue llevado por los portugueses y españoles en los viajes de conquista y colonización. Se establecieron dos centros de distribución: Centro América y la región Norte de Sur América hasta Perú por los españoles y Centro y Cono Sur promovido por los portugueses (Harten, 1974).

Según Morales, (1995) de la Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA), el culantro se cultivó en los Estados Unidos desde antes de 1670, siendo esa la primera fecha en que se habla de su producción en ese país. Su nombre científico (*Coriandrum*) deriva de la palabra griega *Koris* (insecto de olor fuerte), debido a su aroma peculiar. Los nombres comunes en varios idiomas y países son: cilantro, cilantrito, verdecito, verdurita, recaito (español), coriander y chinese Paisley (inglés), coriandre (francés), koriander (alemán y holandés), uen sai (chino), ketoom bar (Malasia), culantro (Antillas menores).

2.1.2. Taxonomía

De acuerdo a Diederichsen (1996), al culantro se lo puede clasificar de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
Clase	: Angiospermas
Subclase	: Dicotiledónea
Familia	: Umbelliferae Juss
Subfamilia	: Apidaceae Drude
Tribu	: Coriandreae W. Koch
Géneros	: <i>Coriandrum</i> L. <i>Bifora</i> , Hofman <i>Sclerotiaría</i> Korovin
Espécie	: <i>Coriandrum sativum</i> <i>Coriandrum tordylium</i> <i>Bifora americana</i> <i>Bifora radians</i> <i>Bifora testiculata</i> <i>Sclerotiaría pentaceros</i>

2.1.3. Importancia Económica

Tradicionalmente, en los países en desarrollo, las hierbas para condimento y medicinales se han producido a nivel casero, siendo rara vez cultivadas a gran escala. Sin embargo, en las últimas tres décadas, la fuerte migración de asiáticos, africanos, latinoamericanos y caribeños de origen no hispánico hacia Europa, Estados Unidos y Canadá, ha creado en esos países una creciente demanda de productos típicos de la dieta de estos inmigrantes, incluyendo hierbas para condimento. Al mismo tiempo los europeos y norteamericanos han asimilado en cierta medida, el uso de algunos de estos productos (Morales, 1995).

La Producción local de culantro, perejil y otras hierbas para condimento en Norteamérica y Europa, no parece ser suficiente para satisfacer la creciente demanda de esta hortaliza, por lo que cada año se hacen importaciones por varios millones de dólares (US\$) de estos condimentos. En 1989, el valor de la producción mundial de culantro fresco se estimó en nueve millones de dólares estadounidenses (Morales, 1995).

En 1990, la producción mundial de aceite de culantro fue de 710 toneladas, con un valor de 49,7 millones de dólares, ocupando el lugar número 17 entre los principales aceites esenciales. En 1988, los Estados Unidos importaron 600 toneladas métricas de semilla y hojas deshidratadas de culantro, con un valor de 3,3 millones de dólares. México exportó casi 6 millones de kilogramos de culantro a Estados Unidos en 1985 (Morales, 1995).

Actualmente el culantro 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 (Infoagro, 1997).

Los principales países productores de culantro son Rusia, India, Marruecos, México, Rumania, Argentina, Irán y Pakistán. Los principales países importadores de culantro son Alemania, Estados Unidos, Sri Lanka y Japón (Infoagro, 1997).

La superficie mundial cultivada anualmente, está estimada en un área de 550.000 ha y la producción de frutos de culantro está en 600.000 Tm aproximadamente. Los rendimientos medios varían desde 442 kg de semilla/ha en la India hasta los 1500 kg/ha en Rusia (Villalobos *et al.* 2002).

2.1.4. Propiedades

Según el Departamento de Ingeniería Agrónoma y Contenido (Infoagro, 1997); el culantro es considerado de importancia, por poseer las siguientes propiedades:

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 (Infoagro, 1997).

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 (Infoagro, 1997).

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 (Infoagro, 1997).

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, 1997).

El coriandrol, tiene propiedades antibacterianas, anticonvulsionante, además del borneol, uno de los componentes que le otorga propiedades antiespasmódicas (Botanical-online, 1990-2010).

El aceite esencial del culantro también contiene canfeno y citronelol, los cuales destacan por sus propiedades antioxidantes y antisépticas, respectivamente (Botanical-online, 1990-2010).

El culantro presenta dentro de su composición ácidos linoleico, oleico y ascórbico, el último responsable de sus propiedades antibacterianas y antigripales. La constitución del culantro es rica en antioxidantes; está compuesto por ácidos como el linoleico que es antiartrítico, hepatoprotector, anticancerígeno, hipocolesterolémico, también contiene ácido oleico que es anticancerígeno, hipocolesterolémico, antialopécico; ácido palmítico que es hipocolesterolémico, antioxidante, antialopécico; ácido esteárico; ácido petroselínico; ácido ascórbico que es antibacterial, antiulcérico, antiesclerótico, antihipertensivo, antiinflamatorio, antioxidante, antiescorbútico, antigripal (Botanical-online, 1990-2010).

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, 1995).

2.2. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

Diederichsen (1996) citado por Vallejo y Estrada (2004), señalan las siguientes características del culantro:

- ✚ Es una especie herbácea anual, de crecimiento rápido y erecto.
- ✚ El sistema radicular es delicado al inicio, pero una vez establecido, provee un buen anclaje y capacidad de extracción de agua y nutrientes para la planta.
- ✚ La germinación es epigea, los cotiledones emergen del suelo, y la planta tiene una raíz secundaria.
- ✚ El culantro tiene un ovario inferior y los sépalos del cáliz alrededor del estilopodium y son visibles en el fruto maduro.

A continuación se detallan las partes de planta según Diederichsen (1996) citado por Vallejo y Estrada (2004):

2.2.1. Tallo

El tallo es mas o menos erecto o simpodial, con una serie de brotes, su crecimiento apical termina en una flor o una inflorescencia, algunas veces con algunas ramas laterales en los nudos basales. El tallo alcanza de 40 a 80 cm de alto.

El color del tallo es verde y algunas veces se torna a rojo, violeta durante el período de floración. El tallo de la plata adulta es hueco y su parte basal puede alcanzar un diámetro superior a los 2cm.

2.2.2. Hojas

La plata es diversifolia, de formas diversas. La forma de las hojas basales es usualmente dividida con 3 lóbulos tripinnada, mientras que las hojas de los nudos siguientes tienen un mayor grado de división. Las hojas más altas están insertadas en el raquis, la mayoría son pinnadas. Las hojas superiores son profundamente lanceoladas hendidas con una estrechez lanceolada o aún hojas con forma siliforma. Las hojas son verdes y con un lado brillante pastoso.

2.2.3. Flores

La inflorescencia es una umbela compuesta. Algunas veces se presenta una o dos brácteas lineales. Los radios de las umbelas compuestas presentan brácteas en sus bases, formando un involucre y en las bases de las umbrellas hay bracteolas formando un involucelo. El número y tamaño de las brácteas y bracteolas es variable. La umbrela tiene de 2 a 8 radios primarios de diferentes longitudes. Las flores tienen 5 pétalos; las flores periféricas de cada umbrela son asimétricas, y las flores centrales son circulares con pequeños pétalos insertados. El color de los pétalos es rosa pálido o algunas veces blanco.

2.2.4. Fruto

Los frutos son ovalados y globulares (diaquenios) con un diámetro superior a los 6mm. Usualmente el esquizocarpo no se separa o divide espontáneamente en dos mericarpos.

El fruto presenta divisiones externas formando secciones o costillas. En la parte interna contiene dos canales resiníferos longitudinales, donde almacena el aceite esencial.

2.3. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

2.3.1. Clima

El culantro es un cultivo herbáceo que tiene una amplia adaptación en climas cálidos, frescos y fríos moderados, con altitudes que varían en la zona tropical desde 600 a 2500 msnm y temperaturas promedio desde los 27°C hasta los 19°C. Las regiones de climas cálidos y frescos 1000 – 1700 msnm y temperaturas de 20 – 26°C, favorecen un mejor desarrollo de follaje con incrementos en la producción de materia fresca (Acuña, 1998 citado por Vallejo y Estrada 2004).

Para Simon (1988) uno de los mayores problemas de producir culantro es la floración prematura en climas cálidos ya que este cultivo es muy sensible a las altas temperaturas y se observan diferencias entre los cultivos de coriandro.

2.3.2. Suelo

La planta consigue un óptimo desarrollo de raíces en suelos de textura liviana, sueltos o francos con abundante contenido de materia orgánica. Los sustratos preparados con mezclas de residuos orgánicos con suelos u otros minerales como cenizas, arena, carbonilla pueden conformar un excelente medio de cultivo para el culantro (Acuña, 1998).

2.3.3. pH

La planta de culantro se desarrolla bien en suelos neutros o ligeramente ácidos, con un pH de 6 a 7 y con un buen drenaje (Acuña, 1998).

2.4. MANEJO DEL CULTIVO

2.4.1. Preparación del Terreno

Se pasa una mano de arado y dos de rastra, luego se pasa la surcadora con separación de 80 cm entre surco; se coloca el compost en las camas a razón de 4 kg/m² más Algasoil (80 g/m²), se incorpora con motocultor o azadón. Después se nivelan las camas con un rastrillo, se humedecen y se desinfectan con Trichoeb (0,19g/l) y Nemateb (0,38g/l), las camas así preparadas están listas para la siembra o el trasplante (Vallejo y Estrada, 2004).

2.4.2. Siembra

El culantro se siembra a chorro continuo directamente en las parcelas preparadas, a dos o tres hileras por cama. La cantidad de semilla varía entre 1,5 y 2,5 g por metro cuadrado con un equivalente de 15 a 25 kg/ha. Esta cantidad de semilla permite una población de 180-250 plantas/m² (Puga, 2000).

Los surcos sencillos pueden distanciarse entre 25-30 cm. En la siembra con surcos múltiples la separación entre surcos dobles puede ser de 10-15cm.

La semilla debe distribuirse uniformemente, procurando colocar 70 semillas por metro lineal con una profundidad que no supere los 5mm (Zapata y García 2002).

2.4.3. Época de Plantación

Los cultivares que se destinan a la producción de follaje puede sembrarse en cualquier época del año siempre y cuando se cuente con buen suministro de agua y suelos con buen drenaje; al igual que bajo condiciones de invernadero la producción puede hacerse permanentemente durante todas las épocas del año (Vallejo y Estrada, 2004).

2.4.4. Deshierbas

Manual, con deshierbadora o azadilla. La primera deshierba se realiza a las 3 semanas aproximadamente desde la siembra. La segunda, después de otras tres semanas y posteriormente una limpieza ligera luego de la primera cosecha. De esta manera se manejaron las malezas en la finca SANDE (Cevallos 2010 - Com. Pers).*

2.4.5. Control Fitosanitario

En la finca SANDE según información recopilada por el personal técnico, el control fitosanitario se realiza de acuerdo al siguiente MIPE:

1. Rotación de cultivo: se siembra en lotes en los que se cultivó anteriormente acelga, albahaca, o avena-vicia con el objetivo de romper ciclos de agentes patógenos.

* Cevallos, C. 2010. Manejo del Cultivo del Culantro (entrevista).El Quinche, Iguñaro, Sande.

2. El culantro no presenta mayores problemas causados por plagas o enfermedades debido a que posee sustancias alelopáticas. Cíclicamente es atacado por alternariosis.
3. Cultivo bajo cubierta en túneles o invernadero.
4. Aplicaciones quincenales preventivas por vía foliar con:
 - Indicate, como surfactante, buferizante, dispersante y penetrante. Dosis: Según color (1,5cc/l)
 - Biol, como preventivo y curativo de enfermedades fungosas. Dosis: 5-15 cc/l.
 - Rezist, como protectante genérico contra enfermedades. Dosis: 6,25 cc/l.
 - Cochibiol, para protección de insectos. Dosis: 5cc/l.
5. En el caso de encontrar agentes patógenos se los trata con los siguientes productos:
 - Trichoeb, para control de enfermedades radiculares. Dosis: 0,19 cc/l.
 - Phyton, para control de *Alternaria* y/o pudrición bacteriana. Dosis: 1-2 cc/l (0,8 cc/l bajo invernadero).

- Macerado de gusano, contra gusanos (larvas de lepidópteros) trozadores o defoliadores, 10 cc/l (Cevallos 2010 - Com. Pers)*.

2.4.6. Fertilización

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. Se estima que una producción media de follaje de 2 kg/m² extrae 100 kg de N, 30 kg de P₂O₅, 70 kg de K₂O / ha (Hortec, citado por Vallejo y Estrada, 2004).

Aplicaciones foliares de nitrato de potasio (KNO₃) en dosis de 3g/l a partir de la segunda semana después de la emergencia y con una frecuencia de dos por semana, han demostrado efectos favorables en el crecimiento y desarrollo de follaje, así como resistencia al deterioro en la poscosecha (Vallejo y Estrada, 2004).

2.4.7. Cosecha y poscosecha

Se inicia la cosecha cuando comienza a brotar las hojas finas. Esto ocurre más o menos a las 10 semanas desde la siembra. Pueden realizarse entre 1 y 4 cortes. (Vallejo y Estrada, 2004).

El follaje cosechado debe ser almacenado bajo condiciones de 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; una temperatura de almacenamiento de 5 y 7,5° C,

* Cevallos, C. 2010. Manejo del Cultivo del Culantro (entrevista).El Quinche, Iguiñaro, Sande.

mantendrá la calidad durante 1 y 2 semanas respectivamente y con una atmósfera de aire con 5% ó 9% de CO₂ (Infoagro, 1997).

2.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA:

2.5.1. Plagas

2.5.1.1. 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, 1995).

2.5.1.2. 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 hojas (Morales, 1995).

El control químico es satisfactorio con productos a base de dicofol, tetradion, docarzol, dinocap, metamidofos y jabones insecticidas (Morales, 1995).

2.5.1.3. 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 (Morales, 1995).

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, 1995).

2.5.2. Enfermedades

2.5.2.1. 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, J. & Wilson, J. 1997).

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, J. & Wilson, J. 1997).

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, J. & Wilson, J. 1997).

2.5.2.2. 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, 1995).

2.5.2.3. 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 (Morales, 1995).

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, 1995).

2.5.2.4. 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, 1995).

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, J & Wilson, J. 1997).

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, 1995).

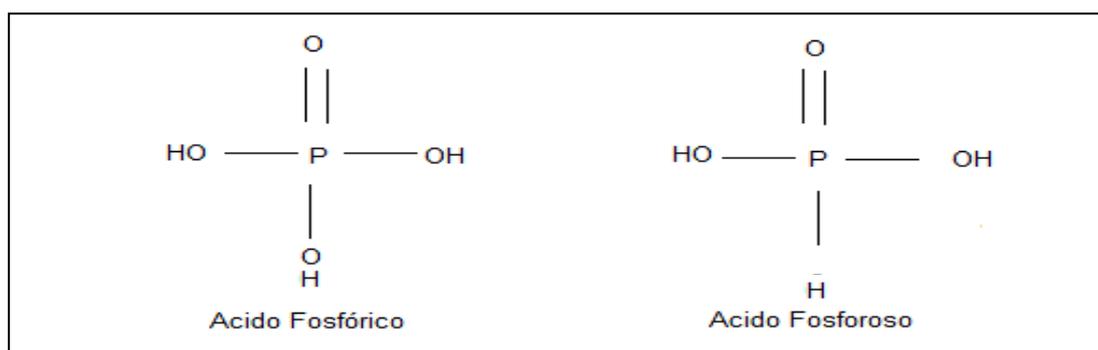
2.6. PRODUCTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN:

2.6.1. Los Fosfitos

Los Fosfitos son otros productos que están bien documentados, su acción como activadores del sistema de resistencia (SAR) dentro de la planta con la diferencia a ser más específica en su rango de acción, la cual tiene un efecto preventivo y curativo sobre algunos hongos, principalmente de la Clase Oomycetes.

El fosfito (HPO_3)²⁻ es un estimulador en la formación de las fitoalexinas. Las fitoalexinas son unos compuestos flavonoides con diferentes funciones antimicrobianas y efecto directo sobre algunos hongos (EDA, 2008).

El fosfito contiene un oxígeno menos que el fosfato (figura N°1) haciendo muy diferente su composición química y comportamiento.



Fuente: Lovatt y Mikkelsen (2006)

Figura N°1: Comparación entre el ácido fosfórico (fosfato) y el ácido fosforoso (fosfito). En el ácido fosforoso el H está enlazado directamente con el P.

Lovatt y Mikkelsen (2006) afirman que el fosfato completamente oxidado es la forma más estable de P en el ambiente, por esta razón, el fosfito pasa por una

transformación gradual después de adicionarse al suelo hasta formar fosfato. Los microorganismos del suelo son capaces de asimilar fosfitos y liberar fosfatos, ganando energía y nutrientes durante esta conversión biológica. Los microorganismos absorben preferentemente fosfato para su metabolismo, antes de tomar cantidades significativas de fosfito. El tiempo promedio para la oxidación de fosfito a fosfato en el suelo es de aproximadamente 3 a 4 meses. Sin embargo, debido a su gran solubilidad, cuando se aplica fosfito al suelo, éste es más disponible para los microorganismos y a las raíces de las plantas que el fosfato. La oxidación no biológica del fosfito ocurre gradualmente, pero en menor cantidad.

El fosfito no es utilizable como fósforo en la planta directamente pero la planta lo metaboliza a fosfato ya que es la forma asimilable de fósforo para la planta. Así que al usar un fosfito se ocasiona una estimulación del SAR inicialmente y luego la planta utiliza este como nutriente (USAID-RED 2006).

Los fosfitos son compuestos promotores de fitoalexinas y nutricionales con doble sistema (ascendente y descendente) que aportan elementos nutricionales como fósforo, potasio, calcio, cobre, magnesio y manganeso respectivamente a los cultivos tratados. El ión fosfito en altas concentraciones incentiva el aumento de los niveles de fitoalexinas y otras sustancias similares responsables de los mecanismos de defensa natural de las plantas fortaleciéndolas de los ataques de los hongos patógenos que causan enfermedades (Drokasa, 2007).

Las fuentes de fosfito son: Ácido Fosforoso, Fosfonatos de potasio y calcio, Aliette 80 WG (este producto fue el precursor en el mercado del uso de los

fosfonatos). Lo recomendado es que se usen de manera preventiva y de forma calendarizada para prevenir y evitar el desarrollo de la enfermedad. La aplicación de estos productos es por vía foliar o al suelo. Con la excepción de ácido fosforoso que solo es recomendado al suelo por ser un ácido (USAID-RED 2006)

2.6.1.1. Fosfito potásico – codaphos K

Codaphos K es una formulación potásica líquida de alta graduación específica para optimizar la floración y cuajado; y formación de los frutos mediante su aporte de fósforo y potasio. Esta es una solución potásica 20% K, con fosfitos.

Codaphos K es fácilmente absorbido y distribuido por toda la planta. El ión fosfito (474 g/l) actúa como fortificante, mejorando el sistema natural de defensa de la planta (SAS, 2009).

a. Propiedades físicas y químicas

Estado físico:	Líquido
Color:	Azul
Densidad:	1,40 ± 0,01
pH:	4,20 ± 0,5
Solubilidad:	Totalmente soluble en agua (SAS, 2009).

b. Modo de aplicación y dosis

La aplicación de codaphos K se recomienda realizar en épocas de crecimiento activo para que tenga una buena distribución por la planta (SAS, 2009).

En hortalizas, ornamentales, fresas, etc; las dosis son de 100-200 cc/HI; de 2 a 3 aplicaciones. La 1ª aplicación en prefloración y repetir cada 15 días.

Las dosis en fertirrigación es de 5 l/ha por aplicación y se recomienda de 2 a 4 aplicaciones por ciclo de cultivo (SAS, 2009).

2.6.1.2. Fosfito de zinc - codaphos Zn

Codaphos Zn es una formulación líquida de zinc que permite realizar gran número de procesos enzimáticos, formación de triptófano (y el proceso de crecimiento de los vegetales relacionado), formación de almidón, efectos antioxidantes, etc. El producto es fácilmente absorbido y distribuido por toda la planta y tiene un efecto fortificante del sistema natural de defensa de la planta gracias a su contenido en ión fosfito (432 g/l) (SAS, 2009).

a. Propiedades físicas y químicas

Estado físico:	Líquido
Color:	Rosa pálido
Densidad:	1,38 ± 0,01
pH:	1,5 ± 0,5
Solubilidad:	Totalmente soluble en agua (SAS, 2009).

b. Modo de aplicación y dosis

La aplicación de codaphos K se recomienda realizar en épocas de crecimiento activo para que tenga una buena distribución por la planta (SAS, 2009).

La dosis media recomendada para aplicación foliar es de 100-200 cc/Hl de 1 a 3 aplicaciones (SAS, 2009).

2.6.1.3. Fosfito de cobre - codaphos Cu

Codaphos Cu es un producto líquido fácilmente absorbido y distribuido por toda la planta. El producto proporciona cobre altamente disponible para el cultivo; y tiene un efecto mejorador del estado sanitario del cultivo gracias al ión fosfito (325 g/l), que actúa como fortificante del sistema natural de defensa de la planta (SAS, 2009).

a. Propiedades físicas y químicas

Estado físico:	Líquido
Color:	azul
Densidad:	1,32 ± 0,01
pH:	7,0 ± 0,5
Solubilidad:	Totalmente soluble en agua (SAS, 2009).

b. Modo de aplicación y dosis

La aplicación de codaphos Cu, se recomienda en épocas de crecimiento activo para que tenga una buena distribución por la planta (SAS, 2009).

La dosis media recomendada para aplicación foliar es de 150-200 cc/Hl de 2 a 3 aplicaciones, y la dosis por fertirrigación es de 3-5 l/ha por aplicación; y de 2 a 4 aplicaciones por ciclo (SAS, 2009).

2.6.2. Extracto de Algas

Durante siglos, las zonas agrícolas cercanas a áreas costeras fueron abonadas con algas marinas por ser fuente valiosa de materia orgánica para diversos tipos de suelo y para diferentes cultivos frutales y hortícolas (Medjdoub 1997).

Las algas pardas de grandes dimensiones: especies de los géneros *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países cálidos como Filipinas, son las más utilizadas pero la aparición de productos químicos sintéticos ha reducido su mercado. Las algas pardas como *Ascophyllum nodosum*, muy conocidas, abundan en las aguas frías de Irlanda, Escocia, Noruega y Canadá (Revista Terralia 2006).

Los efectos conseguidos según la Revista Terralia (2006) por los productos formulados a base de algas marinas como bioestimulantes de las plantas se mencionan a continuación.

- Aumento del crecimiento de las plantas (BLUNEN, 1991; JEANNIN *et al.*, 1991; ARTHUR *et al.*, 2003).
- Adelanto de la germinación de las semillas (EL-SHEEKH, 2000).
- Retrasan la senescencia.
- Reducen la infestación por nemátodos (FEATONBY-SMITH y VAN STADEN, 1983).
- Incrementan la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas (KUWADA *et al.*, 1999), etc.
- Mejora el crecimiento de las raíces (JONES y VANSTANDEN, 1997)

- Incrementa la cosecha de frutos y semillas (ARTHUR, 2003; ZURAWICZ *et al.*, 2004)
- Incrementa el grado de maduración de los frutos (FORNES *et al.*, 2002).

Yves Lizzi *et al.* (1998) citados por Medjdoub (1997) demostraron que la aplicación foliar de extractos del alga *Ascophyllum nodosum* reducen significativamente la infección por mildiu en hojas infectadas por *Phytophthora capsici* y *Plasmopara viticola*. Los mismos autores han demostrado un aumento del contenido de peroxidasas y de la concentración de fitoalexinas, ambos marcadores de la resistencia, en las hojas de pimiento. Más recientemente, en un trabajo publicado por Zhang y Ervin (2004), demostraron por primera vez la presencia de citoquininas en los extractos de algas y que su aplicación induce un aumento de la concentración endógena del nivel de citoquininas, lo que posiblemente es la base de la mejora contra la sequía de la hierba estudiada "Bentgrass" (Revista Terralia 2006).

2.6.2.1 Dalgin active

Dalgin active es un producto líquido a base de extracto de alga marina, concretamente *Ascophyllum nodosum*, que incluye de forma natural más de 60 macro y micronutrientes, hidratos de carbono, aminoácidos y promotores de crecimiento de origen natural (SAS, 2009).

Dalgin active incluye microelementos, aminoácidos y un complejo vitamínico que conjuntamente proporcionan un efecto de estimulación e incremento de las

defensas y resistencia de los vegetales a los ataques de plagas y enfermedades, con un amplio espectro de actuación contra hongos, bacterias y virus (SAS, 2009).

La especial composición de la alga *Ascophyllum nodosum* constituye una reserva natural de micro y macronutrientes, aminoácidos y carbohidratos que incrementan el rendimiento de los cultivos, su calidad y su vigor. Dalgin active incluye promotores de crecimiento de origen natural como citoquininas, auxinas y giberelinas (SAS, 2009).

a. Propiedades físicas y químicas

Estado físico:	Líquido
Color:	Negro
Densidad:	1,12 ± 0,01
pH:	8,5 ± 0,5
Solubilidad:	Totalmente soluble en agua (SAS, 2009).

b. Modo de aplicación y dosis

Dalgin presenta la capacidad de amplio espectro contra hongos, bacterias y virus. Las dosis recomendadas son:

Dosis media foliar: 200-300 cc/100 litros de agua; aplicar cada 7-10 días.

Dosis fertirrigación: 3-5 l/ha por aplicación; aplicar cada 10-15 días, de 2 a 4 aplicaciones (SAS, 2009).

2.6.3. *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis provee un control efectivo de enfermedades causadas por hongos y bacterias. El compuesto bioquímico presente en este producto combate los agentes patógenos por su modo de acción. Posee alto espectro de acción. La aplicación puede ser foliar o radicular (Obregón, 2007).

Es un producto no tóxico para insectos benéficos; este producto es usado como tratamiento en el control de un amplio espectro de patógenos de las plantas que causan el mal de la pudrición de la raíz; los organismos antagonistas crecen y se multiplican alrededor del área de la raíz de los cultivos, ellos compiten con los patógenos que atacan las nuevas raíces emergentes y en consecuencia reducen el riesgo de infestación; *B. subtilis* QST 713 (comercializado como QST 713 o Serenata) tiene una actividad fungicida natural, y es empleado como un agente de control biológico (Obregón, 2007).

2.6.3.1 Modo de acción

- Producción de sideróforos; que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos
- Inducción a resistencia, al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos

- Competición por sustrato en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las plantas (Obregón, 2007).

2.6.3.2 Ventajas

- No contamina el ambiente
- No es tóxico en humanos, animales y plantas
- Al establecerse en el campo constituye un reservorio benéfico de inóculo
- Puede usarse en la agricultura orgánica y convencional
- Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas; algunos fungicidas sistémicos.
- Preparación del producto (Obregón, 2007).

2.6.3.3 Dosis y frecuencia de aplicación

Las dosis recomendadas son de 4 galones por hectárea cuando se aplican por primera vez a esto se le llama dosis inundativa. Las siguientes aplicaciones varían de 1 a 2 galones por hectárea (Obregón, 2007).

La frecuencia de aplicaciones varia dependiendo de las enfermedades a controlar. En el caso de enfermedades de follaje la frecuencia varía de 15 a 30 días. Cuando las enfermedades son radicales es preferible hacer aplicaciones semanales o quincenales; se puede adicionar leche para potencializar el efecto de 5 a 10 litros por hectárea junto con la bacteria (Obregón, 2007).

2.6.4. PF-5

PF5 es un producto líquido a base de una combinación de un complejo de carbohidratos; oligosacáridos condensados más sinergizantes (SAS, 2009).

PF5 actúa como activador, elicitador del sistema de defensa natural de las plantas, optimizando su capacidad de respuesta frente a situaciones de estrés causadas por agentes patógenos (SAS, 2009).

Los carbohidratos son una de las principales fuentes de elicitores del metabolismo vegetal para la producción de metabolitos primarios y secundarios como las fitoalexinas; las cuales son inducidas por la presencia de compuestos elicitores, oligosacáridos en presencia del patógeno (SAS, 2009).

PF-5 incrementa la resistencia a enfermedades estimulando el sistema natural de defensa SAR de la planta frente a patógenos; induce o elicitó la producción de metabolitos secundarios (fitoalexinas) y evita o retrasa el avance del patógeno(SAS, 2009).

Se recomienda en foliarmente en dosis de 1 a 2 cc/lt, es totalmente soluble en agua (SAS, 2009).

2.6.5 Extracto de Cítricos

2.6.5.1 Zytroseed

Zytroseed es un producto a base de extracto de semilla de cítricos, que incluye las sustancias presentes de forma natural en ellas, tales como ácido cítrico, ascórbico, limonoides, etc; presentando el producto una actividad fungicida y bactericida. Presenta efecto insecticida por su acción repelente y de perturbación de las plagas (SAS, 2009).

La actividad del producto sobre hongos y bacterias se debe a su capacidad de destrucción de su membrana celular, así como a una activación de las defensas naturales de las plantas; el producto no afecta la cutícula de los vegetales, y no exige plazo de seguridad entre aplicación y consumo. Las semillas de cítricos (y también la piel de los frutos) son una fuente importante de compuestos fenólicos, incluyendo ácidos fenólicos y flavonoides (SAS, 2009).

Los flavonoides incluidos en los cítricos son básicamente dos tipos de compuestos: Flavonas polimetoxiladas y flavononas glicosiladas (SAS, 2009).

Los efectos del extracto de semilla de cítricos Zytroseed son básicamente de dos tipos: Microbiostático y antioxidante (SAS, 2009).

Zytroseed incrementa la resistencia de los cultivos a enfermedades y ataques de bacterias, hongos e insectos; incrementa la vida útil de los frutos en aplicaciones pre-cosecha y post-cosecha (SAS, 2009).

El extracto de semillas de cítrico incrementa la duración de los frutos (antioxidante) y combate las enfermedades (microbiostático) causadas por:

Bacterias: *Erwinia, Pseudomonas, Xanthomonas, Agrobacterium.*

Hongos: *Fusarium, Botrytis, Alternaria, Rhizoctonia, Sphaerotheca, Mycosphaerella, Colletotrichum, Cercospora, Septoria, Stemphylium, Peronospora, Pythium* (SAS, 2009).

a. Propiedades físicas y químicas

Estado físico:	Líquido
Color:	amarillo
Olor:	cítrico
Densidad:	1,0 ± 0,05
pH:	2,8 ± 0,5
Solubilidad:	Totalmente soluble en agua (SAS, 2009).

b. Modo de aplicación y dosis

Las dosis recomendadas son:

En pre-cosecha de 200 a 300 cc/Hl

En post-cosecha de 100 a 200 cc/Hl

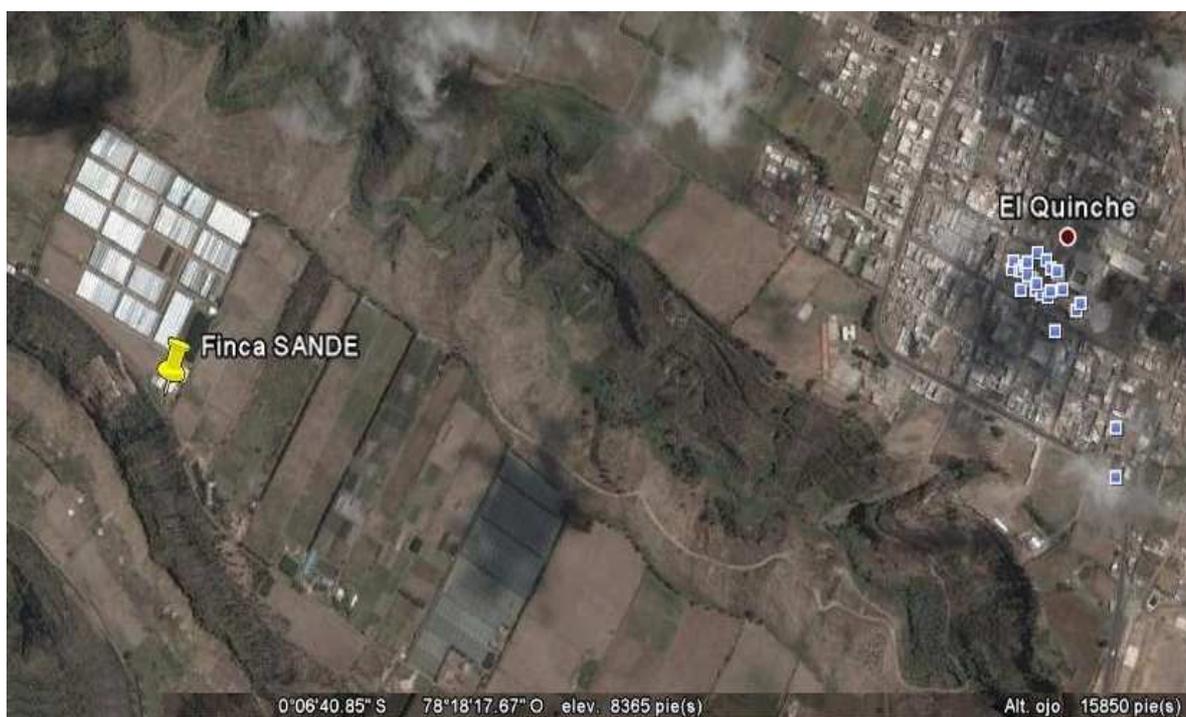
Se puede aplicar en cualquier época del año cuando se detecte el inicio de contaminación por hongos o bacterias. También puede aplicarse como preventivo con una frecuencia de 4 a 6 aplicaciones por ciclo (SAS, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

La presente investigación fue realizada en dos fases: una de laboratorio y otra de campo. La primera fase o fase de laboratorio se llevó a cabo en la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA I, ubicada en la Hacienda El Prado, Parroquia San Fernando, Cantón Rumiñahui, Provincia Pichincha; y la segunda fase de campo se desarrolló en la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia El Quinche, Sector Iguñaró.



Fuente: Google Earth 2009.

Figura N°2._ Mapa del lugar experimental, finca SANDE donde se realizó en ensayo

3.1.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas : 00° 6' 48"S
: 78° 18' 37"W

3.1.3. Ubicación Ecológica

La ubicación ecológica donde se realizó el ensayo presenta las siguientes características:

Zona de vida : Zona interandina I
Zona ecológica : Bosque seco montano bajo
Altitud : 2400 msnm
Temperatura : 16°C
Precipitación : 960 mm
Suelos : Volcánicos negros profundos (> 1 m)
pH : 6,4 – 8
Textura : Franco arcilloso
Vegetación : casi inexistente matorrales bajos en quebradas

3.2. MATERIALES

Los insumos, equipos y herramientas utilizados en la presente investigación se detallan a continuación:

3.2.1 Materiales de Laboratorio:

Autoclave, cámara de flujo, incubadora, microscopio, estereoscopio, balanza de precisión, materiales de laboratorio (algodón, cajas petri, alcohol, tubos, agua destilada, etc), medios de cultivo PDA (Agar Papa Dextrosa), Agar Culantro (AC), Agar V8 (jugo vegetal + agar), Agar Zanahoria (AZ), reactivos, termómetro, productos: Dalgin active (extracto de algas); Zytroseed (extracto de semilla de cítricos); Duplo (fungicida sistémico); *Bacillus subtilis* (bacteria); PF-5 (Combinación de un complejo de carbohidratos); Fosfitos de Cu, Fosfito de K; Fosfito de Zn.

3.2.2. Materiales de Campo:

Cinta métrica, riego (por goteo), herramientas de campo (azadón, pala, rastrillo), libreta de campo, bomba de aplicación, regla, flexómetro, termómetro, estacas delimitadoras de tratamientos, piola, etiquetas de identificación, gavetas, tijeras de podar, marcadores, equipo de protección (guantes, mascarillas, etc), cámara fotográfica, material de papelería, computadora.

3.3. MÉTODOS

La metodología utilizada en la presente investigación; se dividió en dos fases, una en laboratorio y otra de campo.

3.3.1. Metodología en la Fase de Laboratorio

3.3.1.1. Diseño experimental

a. Factores a probar

El factor en estudio, para la fase de laboratorio, correspondió a los productos para el control del agente causal de la mancha foliar denominada “peca” en culantro; estos fueron:

- Fosfito de K, nombre comercial Codaphos K
- Fosfito de Cu, nombre comercial Codaphos Cu
- Fosfito de Zn, nombre comercial Codaphos Zn
- Extracto de cítricos, nombre comercial Zytroseed
- Fungicida sistémico, nombre comercial DUPLO
- *Bacillus subtilis*, nombre comercial Compañión 2-3-2
- Complejo de carbohidratos, nombre comercial PF-5
- Extracto de algas *Ascophyllum nodosum*, nombre comercial Dalgin Active

b. Tratamientos a comparar

Tabla 1. Tabla de los tratamientos aplicados en la fase de laboratorio para la evaluación de los productos en el control de la “peca” del culantro.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	DOSIS	DOSIS μL/120ml (cajas)
T0	TESTIGO (ningún producto)		0
T1	FOSFITO DE ZINC - Codaphos Zn	2,5cc/l	300
T2	FOSFITO DE POTASIO- Codaphos K	2,5cc/l	300
T3	FOSFITO DE COBRE - Codaphos Cu	2,5cc/l	300
T4	DALGIN ACTIVE (<i>Ascophyllum nodosum</i> , microelementos, aminoácidos y vitaminas)	3cc/l	360
T5	ZYTROSEED (20% extracto de semilla de cítricos)	2cc/l	240
T6	PF-5 (oligosacáridos condensados + sinergizantes)	4cc/l	480
T7	DUPLO (Mn, Zn y Cu 3% p/p)	2cc/l	240
T8	COMPANION (<i>Bacillus subtilis</i>)	2cc/l	240

c. Tipo de diseño

En el presente ensayo se aplicó el diseño de “Bloques Completamente al Azar” (DBCA).

d. Repeticiones o bloques

Cada tratamiento ejecutado en el bioensayo, conducido en laboratorio, estuvo constituido por seis repeticiones.

e. Características de las UE

Número de unidades experimentales :54 cajas petri de 9cm de e
diámetro.

3.3.1.2. Análisis estadístico

a. Esquema de análisis de varianza

El diseño que se aplicó fue un Diseño Completamente al Azar con nueve tratamientos y seis repeticiones.

Cuadro 1. Análisis de varianza en la fase de laboratorio:

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Total	53
Tratamientos	8
Repeticiones	5
Error	45

b. Coeficiente de variación

La fórmula para el cálculo del coeficiente de variación fue:

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} * 100$$

c. Análisis funcional

Se realizó la Prueba de Duncan al 5% para los tratamientos y diferencia mínima significativa (DMS) al 5% entre tratamientos.

3.3.1.3. VARIABLES ANALIZADAS

Las variables que se analizaron fueron:

- ✓ Crecimiento diametral del microorganismo fitopatógeno, causante de la “peca”; en cajas petri donde se dispuso el agar zanahoria más el producto experimental. Se valoró el crecimiento del patógeno para cada uno de los tratamientos.
- ✓ Eficiencia de los productos en el control de desarrollo del patógeno *in vitro*. Se utilizó la fórmula de porcentaje de inhibición de crecimiento:

$$PIC = \frac{(\text{Crecimiento.testigo} - \text{Crecimiento.tratamiento})}{\text{Crecimiento.testigo}} \times 100$$

3.3.1.4. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

Actividades realizadas en el laboratorio:

a. Recolección de muestras

Se recolectaron muestras de culantro infectadas por la “peca”, en el predio en el que se realizó la investigación, mismas que presentaron lesiones típicas, (ver

Figura N°3). Para su recolección se utilizaron fundas plásticas, y se refrigeraron a 4°C por una noche hasta llevarlas al laboratorio.



Figura N°3 .- Culantro con síntomas típicos de “peca”.

b. Observación directa

Una vez en el laboratorio, se realizó la observación en el estereomicroscopio (ver Figura N°4); para establecer la presencia de los signos sobre las hojas lesionadas y así realizar su descripción.



Figura N°4.- Lesiones causadas por la “peca” del culantro.

c. Cámaras de humedad.

Una vez realizada la observación en el estereomicroscopio, se procedió a realizar las cámaras de humedad; para lo cual se utilizaron las muestras de los folíolos lesionados por la “peca”, éstos fueron lavados con agua corriente y jabón antibacterial, y secados con papel absorbente esterilizado (Bernstein *et al.*, 1995). Luego fueron desinfectados por inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5% durante treinta segundos, con el fin de eliminar la flora normal presente en el tejido (Cedeño *et al.*, 1993, Dhingra *et al.*, 1995) e inmediatamente enjuagados con agua destilada esterilizada por tres veces, para eliminar los residuos de desinfectante que pueden afectar el desarrollo del patógeno.

Las muestras se colocaron en cajas petri previamente esterilizadas por vía seca; y en cada caja se colocó un pedazo de algodón empapado con agua destilada esterilizada para generar humedad, de esta manera se hicieron las cámaras de humedad, como se puede observar en la Figura N°5. Finalmente se procedió a sellarlas y rotularlas , dejándolas en incubación a temperatura ambiente durante 4 días, todo este procedimiento se lo realizó en la cámara de flujo laminar (French, 1982).

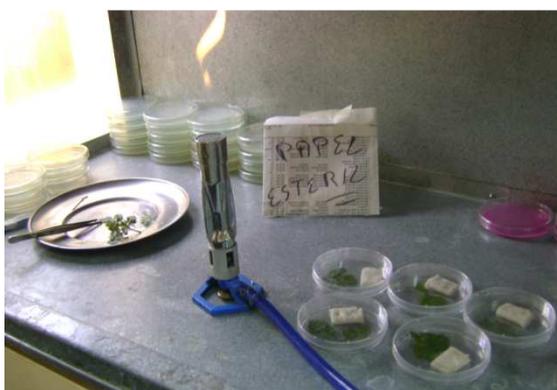


Figura N°5.- Cámaras de humedad.

d. Aislamiento de tejido vegetal enfermo e identificación del agente causal de la “peca” del culantro.

El aislamiento se realizó en cajas petri que contenían el medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA), agar culantro (AC), V8 (jugo vegetal + agar) y agar zanahoria (AZ) mediante el siguiente procedimiento:

En la cámara de aislamiento, previamente desinfectada, se ubicó una lámpara de alcohol, pinzas, cajas petri con los diferentes medios y alcohol potable. Se procedió a separar el material vegetal con las lesiones, se cortó y descartó las partes del tejido vegetal que no fueron utilizadas para el aislamiento. Se cortó la mancha o lesión “peca” con un margen de tejido sano y uno de tejido enfermo, las submuestras se colocaron en vasos desechables para desinfectarlos con cloro al 5% con el fin de matar la mayoría de microorganismos contaminantes presentes en el exterior del tejido, luego se realizaron tres enjuagues con agua destilada esterilizada.

A continuación se “sembraron” cuatro submuestras espaciadas sobre la superficie de los diferentes medios de agar, previamente solidificados en las cajas petri. Se sellaron las cajas petri con parafilm y luego se incubó a 24-25°C durante 10 días, hasta observar el desarrollo de las colonias del hongo (Falconí, 1998).

Debido a que el hongo solo desarrollaba su estado somático, se procedió a darle las condiciones adecuadas para su esporulación, adicionándole luz, una temperatura ambiente de 19 °C y una humedad relativa de 65%; a los 18 días, se obtuvieron las estructuras de fructificación, de esta manera se seleccionó el mejor medio para el que desarrolló el hongo (agar zanahoria).

Una vez formadas las colonias se procedió a su purificación, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por Falconí (1998). La identificación del género se realizó mediante la clave para Hongos Imperfectos de Barnett y Hunter (1998).

e. Purificación

Se seleccionaron las mejores colonias, en base a características macroscópicas como el color, esporulación, la forma del micelio; y microscópicas como la forma de las conidias. Se tomaron las cajas con el medio agar zanahoria (AZ), que profició el mejor desarrollo del hongo.

Para la purificación del hongo, en la cámara de flujo laminar desinfectada, se colocaron cuatro cajas petri seleccionadas con el medio (AZ), ocho tubos con PDA en pico de flauta, esterilizados y sellados con algodón, una lámpara de alcohol, un aza de platino. Con el aza de platino, desinfectada y flameada, se tomó una sección de la colonia del hongo desarrollado en caja petri y se sembró en la parte inferior del PDA formado en los tubos, como se puede observar en la Figura N°6. Se sembraron dos tubos por cada caja, por lo que en total se obtuvieron ocho tubos debidamente identificados, colocados en una funda sellada de polipropileno, e incubados en oscuridad por 5 días y posteriormente colocados en luz y a temperatura ambiente.



FiguraN°6 .- Siembra del hongo en un tubo con PDA en pico de flauta.

f. Postulados de Koch - prueba de patogenicidad

La aplicación de los postulados de Koch demuestran que un determinado microorganismo causa una enfermedad específica; para lo cual se procedió de la siguiente manera:

Se seleccionó el tubo con PDA que manifestó las características típicas de *Alternaria*, se verificó que estuviese libre de contaminantes y con mejor desarrollo micelial y conidial, el cual fue sometido a una dilución en agua destilada esterilizada ver Figura N°7; con la ayuda de una cámara de Neubauer se determinó una densidad de inóculo de 10^5 UFC.mL⁻¹, con la que se procedió a realizar la prueba de patogenicidad en su respectivo hospedante inoculando el hongo por aspersión (ver Figura N°8).



Figura N° 7 .- Homogenización de la suspensión de conidias de *Alternaria* en agua destilada.

Las plantas inoculadas se colocaron dentro de una urna de cristal previamente desinfectada a fin de crear un ambiente húmedo. La incubación se realizó a temperatura ambiente durante 12 días, período en el que se evaluó el comportamiento del patógeno y la manifestación y desarrollo de síntomas.



Figura N°8.- Prueba de patogenicidad en culantro.

g. Multiplicación de inóculo

Una vez que se confirmó la pureza del hongo mediante el análisis de la colonia, y el microscópico de las conidias, se procedió a la multiplicación. En la cámara de flujo laminar perfectamente desinfectada, se transfirieron círculos de 4mm de diámetro constituidos por micelio y agar zanahoria; proceso realizado con el sacabocados. Se colocó una muestra en centro de cada caja.

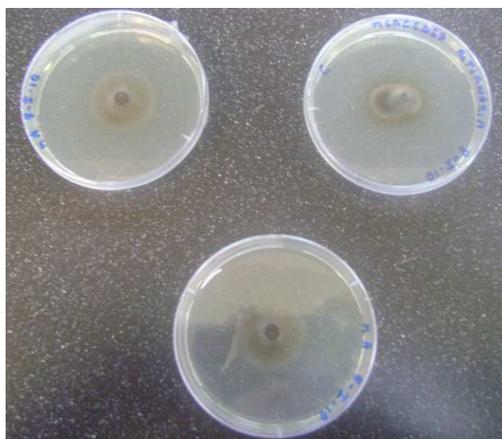


Figura N°9 .- Desarrollo del hongo para la instalación del ensayo.

Se realizaron tres repeticiones, con el fin de obtener material suficiente para la instalación del ensayo de laboratorio (ver Figura N°9), se selló las cajas con parafilm y se las colocó en incubación con luz durante ocho días, para el desarrollo de colonias.

h. Instalación del ensayo: Prueba de eficiencia de productos *in Vitro*, para el control de *Alternaria*.

El ensayo se realizó en un diseño al azar, con nueve tratamientos y seis repeticiones para cada uno. Las dosis utilizadas correspondieron a las comerciales de los productos utilizados, se incluyó un testigo absoluto (ver Tabla 1).

Para la preparación de los tratamientos se utilizó la metodología que consistió en medir la cantidad equivalente a la dosis comercial de cada producto para 120 ml de agar zanahoria (AZ), y se utilizó una pipeta microdispensadora con una punta diferente para cada producto. (ver Figura N°10).



Figura N°10 – Dispensación de los productos en el medio AZ.

Para cada tratamiento se utilizó una botella de vidrio con 120 ml de AZ, sometidas a esterilización en autoclave, y posteriormente se colocaron en baño María a 48 °C para mantener el medio líquido (Rondón *et al.*, 1995).

En condiciones de asepsia en la cámara de flujo laminar, se mezcló cada producto con el AZ según la técnica de Edington *et al.*, descrita por Rojas (1988), la cual consistió en verter la concentración del fungicida en cada botella de vidrio con AZ, luego se ejecutó una perfecta homogenización y se dispensó aproximadamente 20 ml de cada tratamiento en cada caja Petri, se agitó suavemente sin levantarla de la mesa, lográndose así una mezcla homogénea, (ver Figura N°11).

Cada tratamiento tuvo seis repeticiones, los cuales fueron previamente identificadas, obteniéndose un total de 54 cajas petri, las que se dejaron en la cámara de flujo laminar para que se solidifiquen y a fin de realizar la siembra.

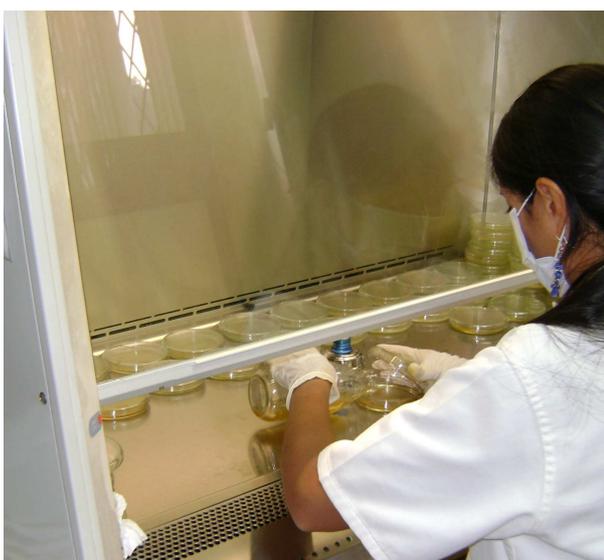


Figura N°11 - Dispensión de los tratamiento cajas petri.

Posteriormente se procedió a sembrar un disco de 4mm de diámetro de agar zanahoria (AZ) más el micelio del hongo en el centro de cada caja petri de los diferentes tratamientos; para esto se empleó un sacabocados desinfectado, flameado, con el que se hicieron incisiones en los bordes de las colonias. Estos círculos de agar fueron transferidos con una aza de platino desinfectada, flameada, al centro de las cajas (ver Figura N°12). Cada caja fue codificada con el número de tratamiento y repetición.

Las cajas petri correspondientes a cada tratamiento se guardaron en una funda de polipropileno sellada por separado y se incubaron a una temperatura constante de 19,5 °C, durante 17 días; procediéndose durante este lapso a evidenciar la efectividad de los productos utilizados mediante evaluaciones del crecimiento del hongo, para lo cual, cada dos días, se tomaron mediciones del diámetro de las colonias. En total se realizaron ocho evaluaciones.



Figura N°12 .- Transferencia de círculo de agar más micelio del hongo de 4mm de diámetro al centro de una caja petri con su respectivo tratamiento.

3.3.2. Metodología en la Fase de Campo

3.3.2.1. Diseño experimental

a. Factores a probar

El factor en estudio, para la fase de campo, fue verificar el comportamiento de los mejores productos seleccionados en la fase de laboratorio; para el control del agente causal de la mancha foliar denominada “peca en culantro”; y éstos fueron:

- Fosfito de K, nombre comercial Codaphos K
- Fosfito de Zn, nombre comercial Codaphos Zn
- Extracto de cítricos, nombre comercial Zytroseed

b. Tratamientos aplicados en la fase de campo

Los tratamientos que fueron seleccionados en la fase de laboratorio para aplicarlos en el ensayo de campo se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos aplicados en la fase de campo para el control de “peca del culantro”.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	DOSIS
T0	TESTIGO (ningún producto)	—
T1	FOSFITO DE ZINC - Codaphos Zn	2,5cc/l
T2	FOSFITO DE POTASIO- Codaphos K	2,5cc/l
T3	ZYTROSEED (20% extracto de semilla de cítricos)	2cc/l

c. Tipo de diseño

Para la fase de campo se aplicó el diseño de “Bloques Completamente al Azar Simple”.

d. Repeticiones

Para la fase de campo se realizaron 4 repeticiones por tratamiento.

e. Características de las UE

Número de unidades experimentales	: 16
Área de las unidades experimentales	: 12 m ²
Largo	: 20 m
Ancho	: 0,60 m
Forma de la UE	: rectangular
Área total del ensayo	: 960 m ²
Largo	: 40 m
Ancho	: 24 m
Forma del ensayo	: rectangular

f. Croquis del diseño

Figura N°13.- Croquis que señala la ubicación de los tratamientos y repeticiones para el control de la “peca del culantro”, en la finca SANDE.

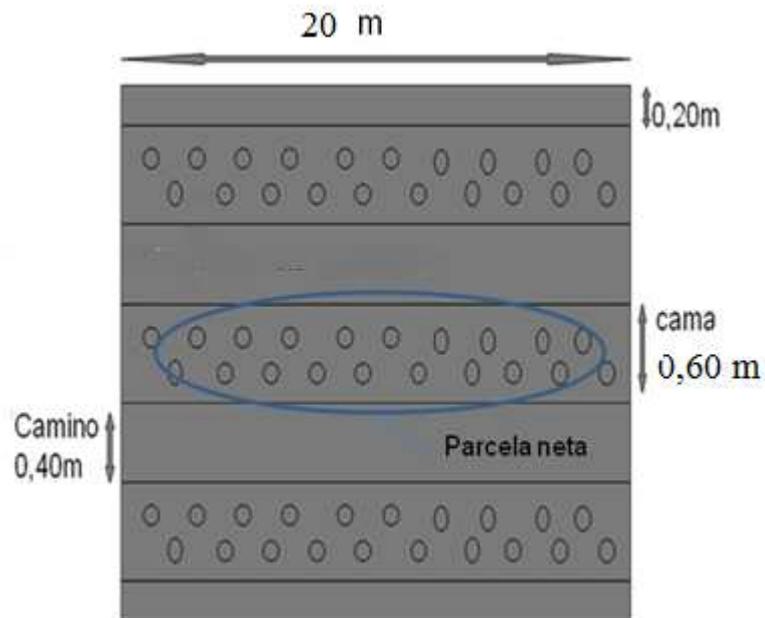
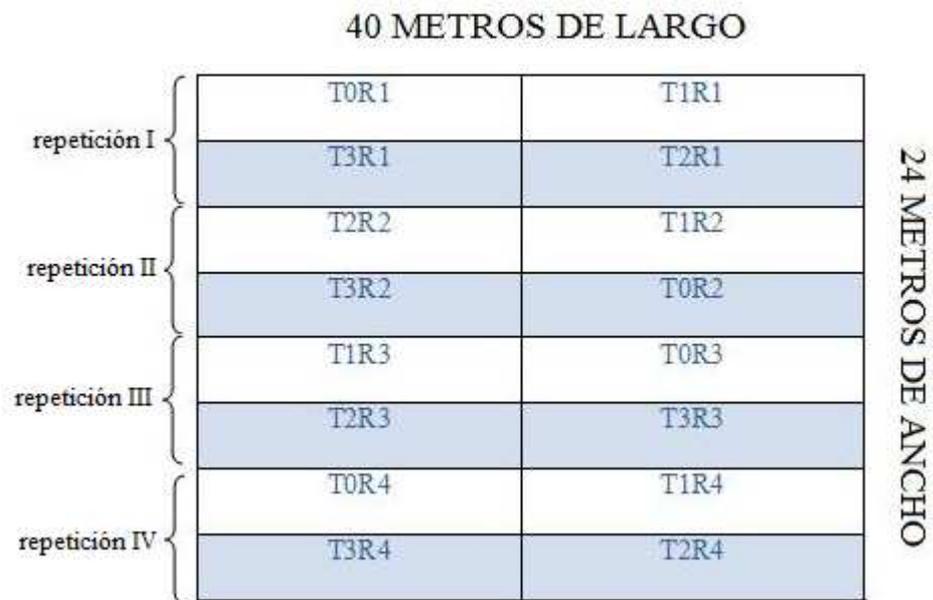


Figura N°14.- Representación de la unidad experimental o parcela

3.3.2.2. Análisis estadístico

a. Esquema de análisis de varianza

El diseño que se aplicó fue un Diseño Completamente al Azar Simple con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 2.- Análisis de varianza en la fase de campo:

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Error	12

b. Coeficiente de variación

La fórmula para el cálculo del coeficiente de variación fue:

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{CME}{n}}}{\bar{x}} * 100$$

c. Análisis funcional

Se realizó la Prueba de Duncan al 5% para los tratamientos y diferencia mínima significativa (DMS) al 5% entre tratamientos. El análisis estadístico para las variables severidad e incidencia se complementaron con el análisis del área bajo la curva.

3.3.2.3. Análisis Económico

Para el análisis económico de los datos determinados en esta investigación, utilizó la propuesta de Perrin, et *al.* (1981) para lo cual se obtuvo el beneficio bruto que corresponde a la producción de culantro en gramos por el precio de venta. Por otro lado se estableció el beneficio neto, de la diferencia de los beneficios brutos menos los costos variables. Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañado de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia, donde el tratamiento dominante es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable, de este análisis se determinaron los tratamientos no dominados. Con los tratamientos no dominados se realizó el análisis marginal, obteniendo la tasa interna de retorno marginal, con el cual se seleccionó las mejores alternativas económicas.

3.3.2.4. Variables y métodos de evaluación

Las variables que se analizaron fueron:

- ✓ Días a la aparición de “peca” en el cultivo, a nivel foliar
- ✓ Altura de la planta
- ✓ Porcentaje de incidencia de “peca”
- ✓ Porcentaje de severidad de “peca”
- ✓ Rendimiento por hectárea
- ✓ Producción, número de atados por metro cuadrado
- ✓ Peso de los atados después de las cosechas (3 cosechas).

a. Aparición de la “peca en culantro”

Una vez establecido el ensayo, se realizaron monitoreos cada 5 días, a fin de determinar la presencia de “peca” en cada unidad experimental.

b. Altura de la planta

La variable altura de la planta se evaluó cada 5 días desde que el cultivo tenía 12 días de germinación hasta 5 días antes de la cosecha, esto se realizó en 5 sitios seleccionados al azar de cada parcela neta, tomando la altura de las plantas por sitio (Ver figura N°15) . Las alturas se midieron en cm con la ayuda de una regla, en plantas ubicadas dentro de un cuadrado de 60cm² para medir dentro del sitio. Los sitios fueron marcados, para de esta forma realizar todas las mediciones en el mismo lugar.

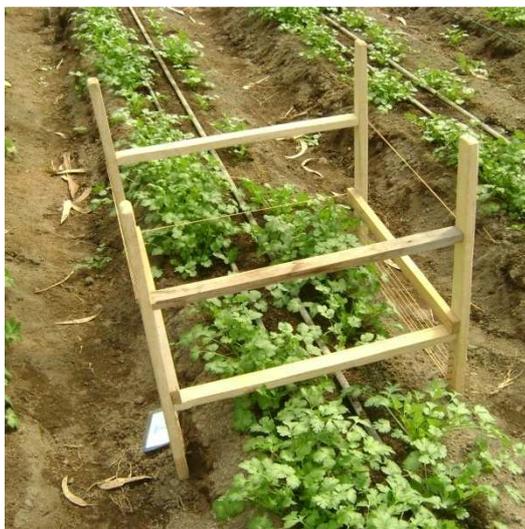


Figura N°15.- Sitio para toma de las variables: altura, incidencia y severidad.

c. Porcentaje de incidencia de “peca en culantro”

La incidencia se evaluó, en 5 sitios de cada parcela estableciéndose la relación entre número de plantas infectadas, y población de la parcela neta. Su cálculo se efectuó con la aplicación de la fórmula siguiente:

$$Ip (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas infectadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas de la parcela neta}} \times 100$$

d. Porcentaje de severidad de “peca en culantro”

La severidad se evaluó en 4 plantas dentro de cada sitio de la parcela, cabe recordar que cada parcela tubo cinco sitios seleccionados al azar. En total fueron 360 plantas evaluadas para severidad, la misma que se realizó de la siguiente manera:

Se observó la lesión y se comparó con la escala de evaluación propuesta por la BASF (1997), que indica el porcentaje de infección de la enfermedad por hoja compuesta. Así: 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 % de ataque con sus respectivas plantillas (Figura N°16). Se dió un valor a cada hoja evaluada y se anotó en la hoja de campo.

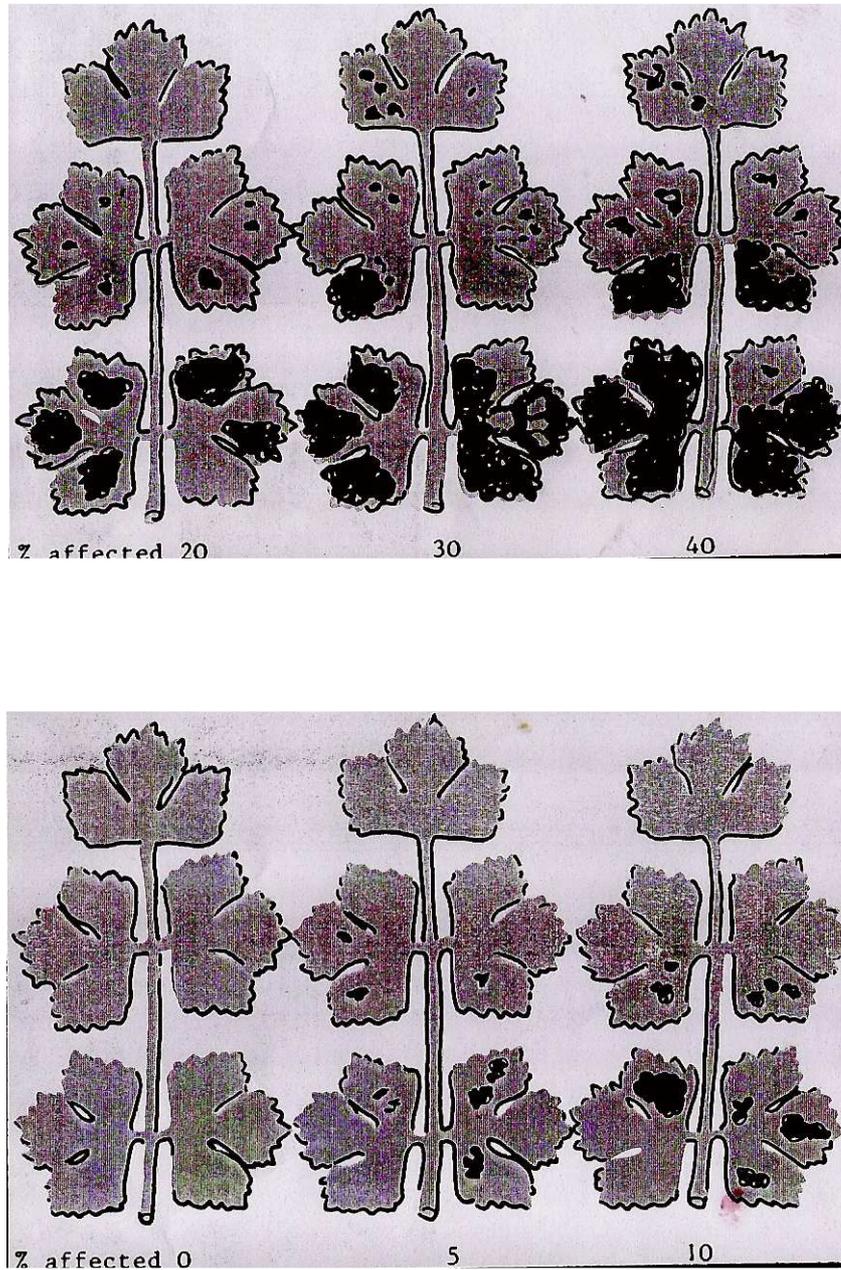


Figura N°16.- Plantillas para evaluar el porcentaje de severidad en culantro (BASF (1997))

e. Número de atados por metro cuadrado

El número de atados, se registró para el cálculo de rendimiento por hectárea, para lo cual se procedió a la cosecha y registro de número de atados en cada parcela neta de 12m² de cada tratamiento, y así se realizó la conversión a un metro cuadrado.

f. Peso de los atados

El peso de los atados se registró de cada parcela neta de 12m² de cada tratamiento, se tomaron los datos de 3 cosechas y se evaluó sacando un promedio; los pesos fueron registrados en libras, y posteriormente convertidos en gramos.

g. Rendimiento por hectárea

Refleja el efecto producido por cada tratamiento, traducido a kilogramos y al mismo tiempo el beneficio bruto y neto.

En la cosecha se procedió a pesar los atados de culantro de la siguiente manera: se cosechó la parcela neta de cada tratamiento; se pesaron los atados (Registro de peso en libras, que posteriormente se hizo la conversión).

Mediante una regla de tres simple se realizó una proyección a una hectárea del rendimiento promedio alcanzado por una parcela del tratamiento en cuestión.

3.3.2.5. Métodos específicos de manejo del experimento

Actividades realizadas en campo:

a. Preparación del suelo

Se pasó una mano de arado, dos de rastra y luego la surcadora con separación de 80 cm entre surco; se colocó el compost en las camas a razón de 4 Kg/m² más Algasoil (80 gr/m²), estos materiales fueron incorporados con motocultor. Después se nivelaron las camas con un rastrillo, se humedecieron y se desinfectaron con Trichoeb (0,19gr/Lt) y Nematob (0,38gr/Lt) (Figura N°17).



Figura N°17.- Preparación del suelo para establecer el ensayo.

b. Elaboración de camas

Las camas fueron estructuradas con las siguientes dimensiones: 0,60 m x 40 m, y se colocaron dos cintas de riego por cada cama.

c. Siembra

Se prepararon dos hileras por cama de forma manual, la siembra fue directa a chorro continuo, la semilla fue previamente desinfectada con vitavax.

d. Aplicación de los productos

Se inició la aplicación de los productos experimentales a los 12 días después de germinada la semilla; esto es al mes después de la siembra. La segunda y tercera aplicación se realizaron semanalmente y la cuarta aplicación durante el intervalo entre la primera y la segunda cosecha (Figura N°18).



Figura N°18.- Aplicación de los productos vía foliar.

e. Evaluación de las variables

La primera evaluación de variables se inició un día antes de la primera aplicación de los productos. Las evaluaciones posteriores se realizaron dependiendo del tipo de variable.

Para el registro de las variables se utilizaron diferentes tipos de hojas de campo:

- I. Hoja para severidad
- II. Hoja para incidencia
- III. Hoja para las alturas
- IV. Hoja para peso y número de los atados

En el cuadro 3 se anota la fenología, frecuencia y número de evaluaciones realizadas para cada una de las variables estudiadas.

Cuadro 3.- Cronograma de evaluación de variables

Variable	Fenología al inicio de la evaluación	Frecuencia de evaluación	Número de evaluaciones
Días a la aparición de la “peca”	Desarrollo del cultivo	Semanal	5
Altura de la plata	Desarrollo del cultivo	Cada 5 días	6
Incidencia de “peca”	Desarrollo del cultivo	Cada 5 días	6
Severidad de “peca”	Desarrollo del cultivo	Cada 5 días	6
Peso de los atados	Cosecha	3 veces	3
Número de atados	Cosecha	3 veces	3
Rendimiento por hectárea	Cosecha	1 vez	1

f. Deshierba

La deshierba se la realizó de forma manual, con azadillas. La primera deshierba se realizó a las 3 semanas aproximadamente desde la siembra. La segunda, después de otras 3 semanas y posteriormente una limpieza ligera luego de la primera cosecha.

g. Cosecha

La primera cosecha se realizó a los tres meses desde la siembra, cuando comienza la brotación de las hojas finas; se realizaron 3 cosechas con sus respectivos registros de peso y número de atados Figura N°19.



Figura N°19.- Cosecha en punto de hojas finas en el cultivo de culantro.

3.4. METODOLOGÍA PARA DIFUNDIR LOS RESULTADOS

Para el conocimiento de los interesados, se elaboró un artículo científico, el mismo que contiene los resultados, recomendaciones y aplicaciones prácticas que se pueden hacer para manejar la enfermedad de la “peca” en culantro; provocada por *Alternaria sp.*

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE DE LABORATORIO

4.1.1. Aislamiento del Agente Causal

Con la finalidad de aislar al agente causal en medio de cultivo se estimó necesario la ejecución de dos métodos:

Colocar muestras debidamente procesadas en cámara de humedad según el protocolo descrito por (Bernstein *et al.*, 1995; Cedeño *et al.*, 1993, Dhingra *et al.*, 1995, French y Hebert 1982), y el aislamiento en medio de cultivo de acuerdo a la propuesta de Falconi (1998), con una ligera modificación. A pesar de que la sintomatología correspondía a una infección fungosa, se realizaron pruebas para establecer la posibilidad de la presencia de bacterias citopatógenas, pero los resultados fueron negativos.

Las muestras colocadas en cámara de humedad fueron revisadas microscópicamente observándose la presencia de *Alternaria* sp, de acuerdo a la clave propuesta por Barnett y Huntter (1998); no obstante, al revisar las colonias desarrolladas en el medio de cultivo (PDA) se verificó que éstas generaban únicamente micelio de color oscuro, abundante, de naturaleza algodonosa. La producción de conidias de *Alternaria* sp, se obtuvo al transferir las colonias originales (círculos de PDA más micelio, de 4mm de diámetro) al medio agar papa dextrosa más

extracto de zanahoria (AZ) (pH 5,5) y al medio agar papa dextrosa más extracto de culantro; colocándose los cultivos bajo luz permanente generada por una lámpara luz del día FL-10D, 20W, a una distancia de 50cm e incubadas a una temperatura que osciló entre 15 y 21°C y una humedad relativa media de 65%. La presencia de conidias se verificó a los 12 días de incubación (ver Figura N°20).

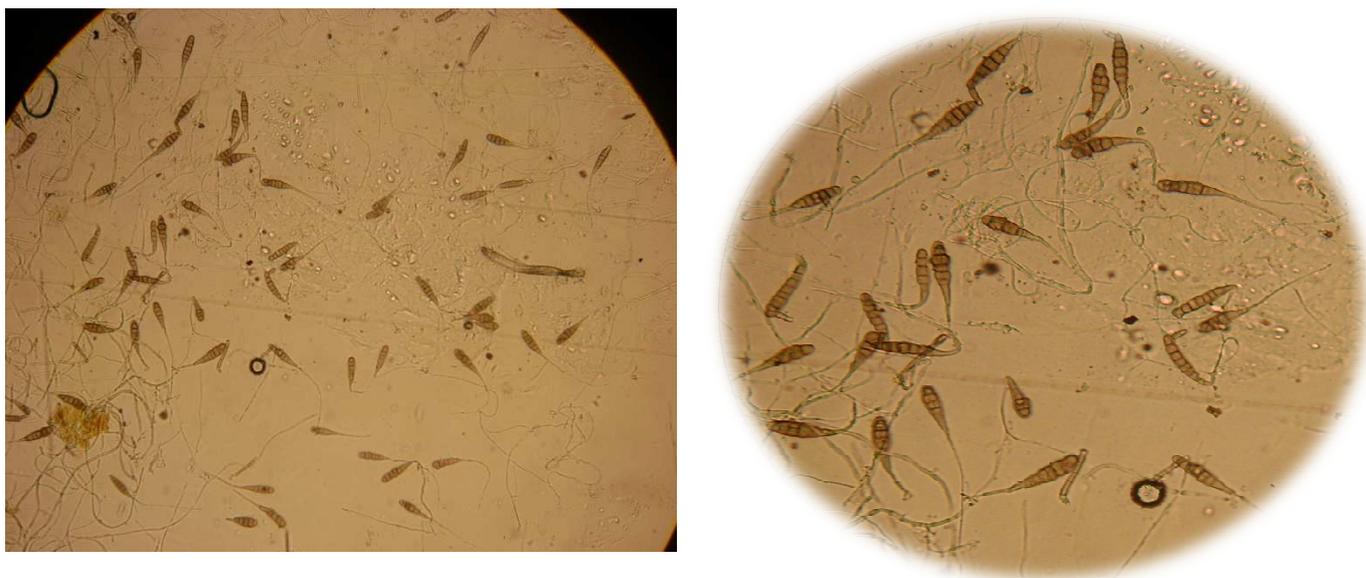


Figura N°20._ Desarrollo de conidias de *Alternaria* sp, en medio de agar culantro

4.1.2. Postulados de Koch

La metodología utilizada se explica en materiales y métodos (pag 45). La densidad de inóculo utilizada correspondió a $5,5 \times 10^5$ UFC/ml, permaneciendo a temperatura de laboratorio (16°C). La presencia de síntomas se verificó a los 15 días; cabe señalar que cada macetita utilizada para la siembra de culantro contenía 5 plántulas, observándose los síntomas característicos de la enfermedad (pecas) y debido a que las plántulas fueron asperjadas con el inóculo, en su integridad, dos plántulas se necrosaron por efecto de la inoculación; ver figura N°21.



Figura N° 21._ Plántulas de culantro inoculadas con *Alternaria* sp.

4.1.3. Crecimiento Diametral de *Alternaria* sp. frente a los Productos Experimentales en Laboratorio

El análisis estadístico para crecimiento diametral de la colonia de *Alternaria* sp, se anota en el cuadro 4, donde se observa que a partir de la segunda evaluación los datos manifestaron alta significación; es decir que los tratamientos determinaron comportamientos diferentes con relación al crecimiento diametral de la colonia de *Alternaria* sp. El Fosfito de Zinc al igual que el Zytroseed tuvieron el mismo rango de significación, constituyéndose en los mejores tratamientos por cuanto manifestaron un control total del hongo en condiciones de laboratorio; el Fosfito de Potasio y Fosfito de Cobre presentaron valores intermedios, no obstante Dalgin Active que comparte rango de significación con PF-5 determinaron un mayor crecimiento, inclusive más que el testigo; lo que con toda seguridad se debe a que estos productos en su constitución tienen micronutrientes, hidratos de carbono, aminoácidos y promotores de crecimiento como cito quininas, auxinas y giberelinas (SAS 2010). Es muy posible que el comportamiento del PF-5 *in vivo* sea diferente, por cuanto puede actuar como

un compuesto energizante y generador de fitoalexinas cualidad que no pudo detectarse en el ensayo bajo condiciones *in vitro*.

Cuadro 5._ Promedio \pm error estándar para Crecimiento diametral de *Alternaria* sp, frente a los productos experimentales en laboratorio.

TRATAMIENTO	D1	D2	D3	D4	D5
Testigo	4 a	12,67 \pm 0,38 b	22,83 \pm 0,52 b	31,67 \pm 0,93 a	36,83 \pm 1,10 b
Fosfito Zn	4 a	4 \pm 0,38 e	4 \pm 0,52 e	4 \pm 0,93 d	4 \pm 1,10 e
Fosfito K	4 a	6 \pm 0,38 d	6,67 \pm 0,52 d	8,50 \pm 0,93 c	14 \pm 1,10 d
Fosfito Cu	4 a	7,33 \pm 0,38 c	8 \pm 0,52 d	9 \pm 0,93 c	15,33 \pm 1,10 d
Dalgin Active	4 a	14,67 \pm 0,38 a	24,33 \pm 0,52 a	34,33 \pm 0,93 a	42,83 \pm 1,10 a
Zytroseed	4 a	4 \pm 0,38 e	4 \pm 0,52 e	4 \pm 0,93 d	4 \pm 1,10 e
PF5	4 a	12 \pm 0,38 b	24,17 \pm 0,52 a	34 \pm 0,93 a	42 \pm 1,10 a
Duplon	4 a	11,83 \pm 0,38 b	19,33 \pm 0,52 c	24,67 \pm 0,93 b	31,33 \pm 1,10 c
<i>Bacillus subtilis</i>	4 a	13 \pm 0,38 b	22,50 \pm 0,52 b	25,83 \pm 0,93 b	31,33 \pm 1,10 c
P		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

TRATAMIENTO	D6	D7	D8	D9
Testigo	47,33 \pm 1,64 b	51,67 \pm 1,96 b	60 \pm 2,37 b	65,33 \pm 2,41 b
Fosfito Zn	4 \pm 1,64 e	4 \pm 1,96 f	4 \pm 2,37 f	4 \pm 2,41 f
Fosfito K	19,33 \pm 1,64 d	22,67 \pm 1,96 e	26,33 \pm 2,37 e	33,33 \pm 2,41 e
Fosfito Cu	22,33 \pm 1,64 d	30,33 \pm 1,96 d	34,67 \pm 2,37 d	43,33 \pm 2,41 d
Dalgin Active	54,33 \pm 1,64 a	63,33 \pm 1,96 a	70,33 \pm 2,37 a	81 \pm 2,41 a
Zytroseed	4 \pm 1,64 e	4 \pm 1,96 f	4 \pm 2,37 f	4 \pm 2,41 f
PF5	51,67 \pm 1,64 a	58,33 \pm 1,96 a	67,67 \pm 2,37 a	75,67 \pm 2,41 a
Duplon	35,33 \pm 1,64 c	41,33 \pm 1,96 c	46,33 \pm 2,37 c	53 \pm 2,41 c
<i>Bacillus subtilis</i>	34,17 \pm 1,64 c	34,83 \pm 1,96 d	36,67 \pm 2,37 d	36,67 \pm 2,41 e
P	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

En la figura N° 22, se observa el incremento del diámetro en mm de la colonia de *Alternaria* sp, durante 18 días de evaluación ante los diferentes productos experimentales. Los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación del Fosfito de Zinc y Zytroseed.

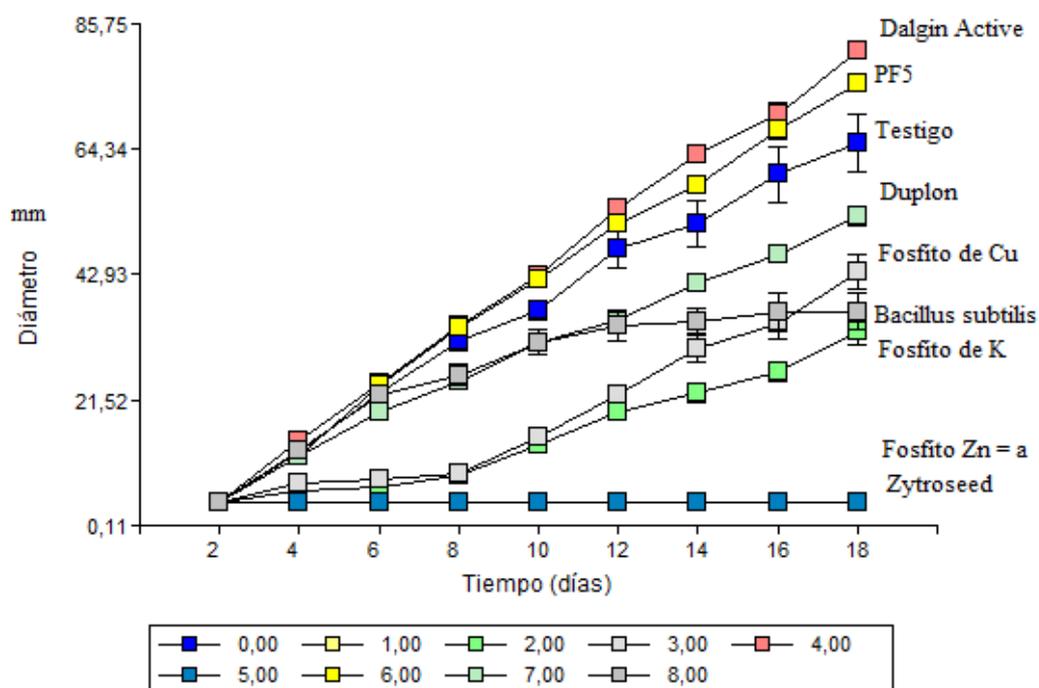


Figura N° 22. _ Respuesta del crecimiento diametral al efecto de los tratamientos para el control de *Alternaria* sp, en nueve evaluaciones periódicas.

Al Zytroseed, se lo menciona como un fungicida eficiente para el control de *Alternaria* sp, que puede deberse a que los extractos de la semilla de cítricos en su composición presentan una mezcla importante de compuestos fenólicos que actúan como fungicidas (SAS, 2009); además, los extractos vegetales producen diversos metabolitos secundarios, muchos de los cuales presentan actividad antifúngica. Entre los compuestos más conocidos se encuentran: flavonoides, fenoles, glicósidos de fenoles, saponinas, etc como reporta León, R.E, (2009).

Por otro lado el Fosfito de Zinc manifestó en el ensayo alta eficiencia en razón de que determinó una capacidad inhibitoria de *Alternaria* sp, del 100%, información que contrasta con la investigación desarrollada por Perena, S.;

Hernández, J. & Siverio, F (2010); quienes determinaron en bioensayos, una capacidad inhibitoria del 64,85% de *Alternaria alternata*, vinculado con banano aunque los investigadores encontraron una capacidad inhibitoria del 81% al emplear una dosis mayor.

4.2. FASE DE CAMPO

4.2.1. Incidencia (%) de la Peca del Culantro causada por *Alternaria sp.*

El análisis de variancia para la incidencia de la peca del culantro ocasionada por *Alternaria sp.* en un ensayo destinado a su control mediante el uso de un extracto de cítricos y fosfitos, no estableció diferencia estadística significativa entre los tratamientos (productos experimentales) ni en repeticiones; esto indice que el comportamiento estadístico entre estos fungicidas alternativos fue similar. No obstante existió diferencias significativas entre éstos, al testigo. Sin embargo el tratamiento con menor valor en la sexta evaluación fue el Fosfito de Zinc (0,47%), seguido por el Fosfito de Potasio (0,87%) y por último el Zytroseed (1,82%), como se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6._ Promedio \pm error estándar para la Incidencia de culantro ocasionada por *Alternaria sp.*, frente a la aplicación de productos experimentales, en fase de campo.

TRAT.	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Testigo	0	1,23 \pm 0,38 a	2,71 \pm 0,71 a	4,04 \pm 0,76 a	6,86 \pm 0,59 a	10,8 \pm 3,48 a
Fosfito de Zn	0	0 b	0 b	0,16 \pm 0,18 b	0,25 \pm 0,34 b	0,47 \pm 0,55 b
Fosfito de K	0	0,31 \pm 0,36 b	0,31 \pm 0,36 b	0,46 \pm 0,20 b	0,46 \pm 0,20 b	0,87 \pm 0,34 b
Zytroseed	0	0 b	0 b	0,25 \pm 0,34 b	0,98 \pm 0,52 b	1,82 \pm 0,94 b
P		0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

En la figura N° 23, se ilustra el promedio de la incidencia de la peca causada por *Alternaria* sp, en los distintos periodos de evaluación. Se deduce que las aplicaciones de Fosfito de Zinc, Fosfito de Potasio y de Zytroseed; fueron realmente eficientes para el control de *Alternaria* sp, pues sus porcentajes no llegaron ni al 2%, lógicamente el testigo absoluto presentó porcentajes altos.

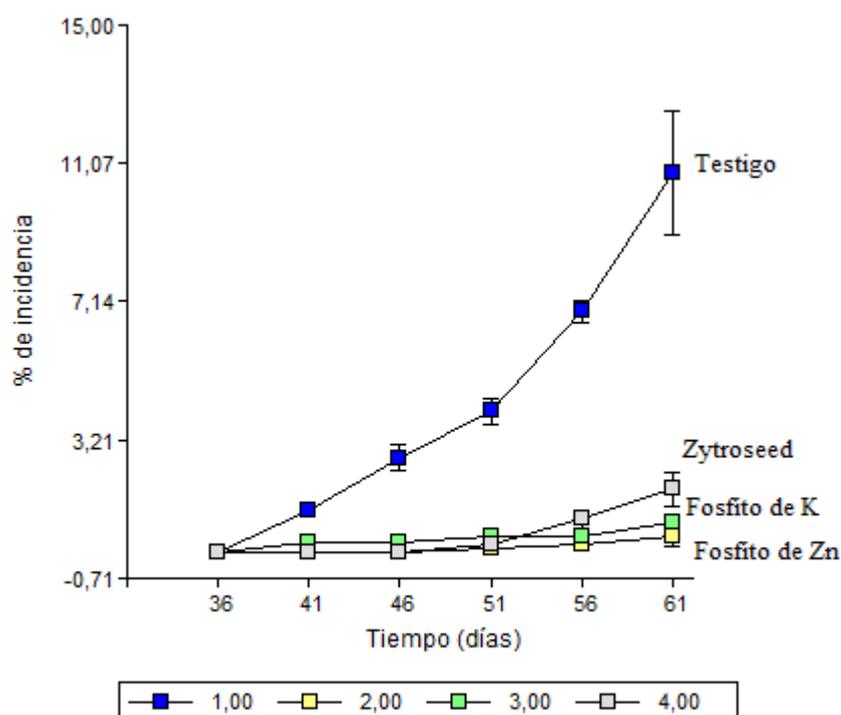


Figura N° 23. _ Incidencia de la peca del culantro, causada por *Alternaria* sp, mediante la aplicación de fungicidas alternativos en seis evaluaciones periódicas, en el ensayo de campo.

4.2.2. Severidad (%) de la Peca del Culantro causada por *Alternaria* sp.

El análisis de variancia para la severidad de la peca del culantro ocasionada por *Alternaria* sp, en el marco de ensayo para verificar eficiencia de control mediante el empleo de extracto de cítricos y fosfitos, no detectó diferencia estadística significativa entre los tratamientos; no obstante, estos difieren significativamente con el testigo. En todas las evaluaciones los tratamientos manifestaron un comportamiento armónico; y a pesar de esto, existe una leve variación matemática entre éstos; en efecto, en la sexta evaluación el menor valor correspondió al Fosfito de Zinc (0,03%), seguido por el Zytroseed (0,11%) y por último el Fosfito de Potasio (0,20%); como se verifica en el cuadro 7.

Cuadro 7._ Promedio \pm error estándar para Severidad de la peca del culantro causada por *Alternaria* sp, en parcelas experimentales destinadas a su control con productos alternativos en fase de campo.

TRATAMIENTO	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Testigo	0	0,45 \pm 0,19 a	1,08 \pm 0,44 a	2,53 \pm 0,66 a	4,9 \pm 1,03 a	8,54 \pm 1,73 a
Fosfito de Zn	0	0 b	0 b	0,01 \pm 0,01 b	0,02 \pm 0,02 b	0,03 \pm 0,04 b
Fosfito de K	0	0,04 \pm 0,05 b	0,04 \pm 0,05 b	0,09 \pm 0,01 b	0,09 \pm 0,03 b	0,20 \pm 0,17 b
Zytroseed	0	0 b	0 b	0,01 \pm 0,02 b	0,06 \pm 0,02 b	0,11 \pm 0,09 b
P		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

En la figura N° 24, se ilustra las curvas de desarrollo de la infección obtenidas con los promedios de la severidad de la peca causada por *Alternaria* sp, en los distintos periodos de evaluación. Se observa que las aplicaciones de Fosfito de Zinc, Fosfito de Potasio y de Zytroseed; fueron realmente eficientes para el control de

Alternaria sp, pues sus porcentajes de severidad no llegaron ni al 1%, lógicamente el testigo absoluto presentó porcentajes más altos de severidad.

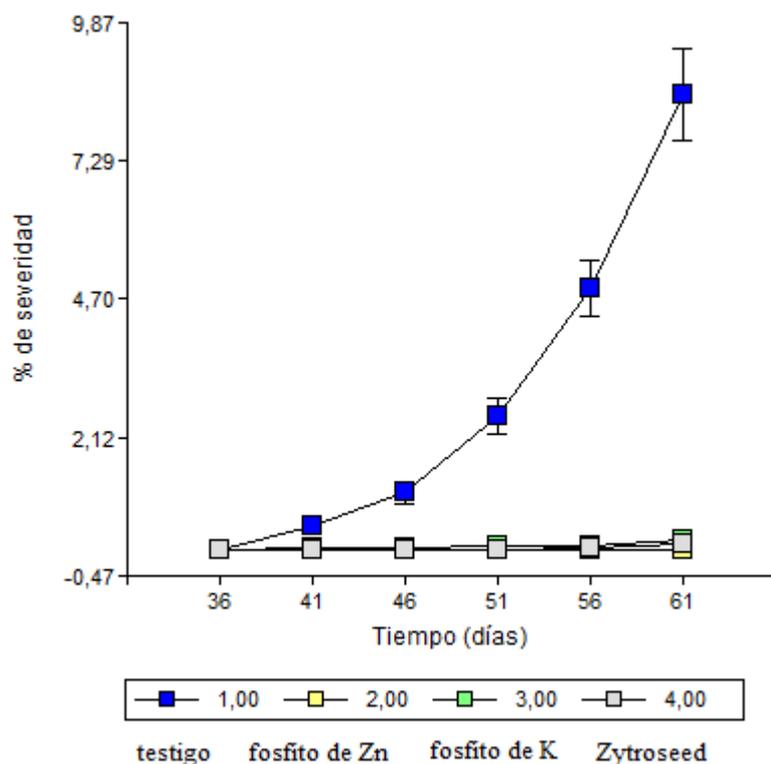


Figura N° 24. _ Severidad de la peca del culantro, causada *Alternaria sp*, mediante la aplicación de fungicidas alternativos en seis evaluaciones periódicas, en el ensayo de campo.

En esta investigación se verificó un mayor efecto del Fosfito de Zinc en el control de *Alternaria sp*; con relación a este asunto, Perena, S.; Hernández, J. & Siverio, F (2010) establecieron una respuesta moderada de este compuesto en el control de *Alternaria alternata* que está vinculado con daño en plátano. En el bioensayo que fue ejecutado por estos investigadores, obtuvieron el 81,47% de inhibición del crecimiento radial de este hongo, al utilizar Fosfito de Zinc al 23%, a la mayor dosis experimental.

Adicionalmente cabe resaltar la importancia de los fosfitos, por cuanto están considerados como inductores de resistencia (SAR) dentro de la planta, aunque con un rango de acción específico, contra los organismos parecidos a los hongos que integran la clave Oomycetes, sobre los cuales tiene un efecto preventivo y curativo (EDA, 2008); a pesar de lo mencionado, cabe recordar que el Fosfito de Zinc inhibió en un 100% el crecimiento diametral de *Alternaria* sp; en contraste con el Fosfito de Potasio que presentó una capacidad inhibitoria del 50,9% considerada como moderada (Cuadro 5).

El Zytroseed, también presentó un comportamiento destacado en el control de la peca del culantro, la eficiencia con relación al testigo correspondió al 98,7%; al respecto Sarro *et al* (2009) utilizando un producto similar, en un bioensayo, establecieron que el Bestcure (“extracto vegetal procedente de cítricos”) inhibió considerablemente el crecimiento de *Pythium ultimum* y *Alternaria porri* (mancha púrpura de la hoja de la cebolla); además resalta la capacidad biocida frente a otros hongos y aún bacterias tales como: *Botrytis*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas syringae*, *Ralstonia*, *Plasmopora viticola*.

En la sexta evaluación las parcelas tratadas con Fosfito de Potasio, presentaron una severidad media de la peca de 0,2%; manifestando un comportamiento significativo en el control de *Alternaria* sp; se debe señalar que Mondino (2008); manifiesta que el Fosfito de Potasio controla hongos inferiores y también Deuteromycetes, Ascomycetes (por ejemplo: *Venturia* y *Colletotrichum*) por lo que debe aplicarse de manera preventiva o curativa. Se ha informado que al aplicarse en mandarina, para el control de *Alternaria*, se determinó una incidencia

del 67,13% y un grado de severidad correspondiente a 1 (1-5 pústulas/fruto) conforme lo manifestó INTA (2006). Cabe anotar que tras la aplicación de los fosfitos, las plantas forman algunos compuestos tales como: chitininas, beta-1, 3-glucanasas, PR-1, PR-5, ácido jasmónico, letucina, rishitina y otros, que les permiten ofrecer resistencia en el proceso de colonización de los hongos patógenos (EDA, 2008).

Santesteban *et al* (2008) citan a Reuveni *et al* (2003) quienes comprobaron el efecto fitofortificante del fosfito potásico que era capaz de controlar los problemas de “moldy core” en manzano (causado por *Alternaria alternata*), tanto en condiciones de inoculación controlada en laboratorio como en campo.

De lo anterior se deduce la gran posibilidad de utilizar los fosfito de potasio, de zinc y extractos de cítricos para el control de *Alternaria sp*, que produce la peca del culantro; mediante aplicaciones por separado o integrándolos dentro de un plan sistematizado.

4.2.3. Altura de la Planta

El comportamiento de los tratamientos en lo concerniente a la variable crecimiento de la planta, desde los 30 días hasta los 61 días no presentaron diferencias estadísticas significativas, como se puede observar en el cuadro 8; sin embargo, con el Fosfito de Potasio las plantas alcanzaron una altura de 37,27cm siendo ésta la más representativa. Esto podría deberse a la presencia de fósforo y potasio, que hacen una combinación capaz de acelerar ciclos y estimulan el

crecimiento; sin embargo, en el presente estudio no existe una diferencia significativa respecto al resto de tratamientos (RANSA, 2101).

Cuadro 8._ Promedio \pm error estándar para Altura de la planta, frente a los diferentes tratamientos en la fase de campo.

TRAT.	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Testigo	5,95 \pm 0,66 a	9,36 \pm 1,78 a	13,68 \pm 3,05 a	20,01 \pm 3,92 a	27,34 \pm 4,88 a	34,68 \pm 5,51 a
Fosfito de Zn	6,11 \pm 0,21 a	9,18 \pm 0,92 a	13,79 \pm 1,93 a	19,88 \pm 1,91 a	28,40 \pm 1,75 a	36,78 \pm 2,24 a
Fosfito de K	6,34 \pm 0,70 a	9,56 \pm 1,33 a	14,73 \pm 3,01 a	20,35 \pm 3,17 a	28,81 \pm 4,14 a	37,23 \pm 4,75 a
Zytroseed	6,16 \pm 0,84 a	8,96 \pm 1,66 a	13,75 \pm 2,81 a	20,23 \pm 3,80a	28,08 \pm 4,93 a	35,26 \pm 5,52 a
P	0,8649	0,9444	0,9395	0,9969	0,9636	0,8489

En la figura N° 25, se ilustra el crecimiento de las plantas generado por los diferentes tratamientos, en los distintos periodos de evaluación. Se observa que a los 51 días todas las alturas alcanzan un promedio practicamente similar, y a partir de la evaluación realizada a los 61 días se observa que el fosfito de potasio presentó un crecimiento levemente mayor.

Según el reporte de Castro, P.C. & Cato, S.C. (2006), el fosfito de potasio actúa sobre los ácidos químicos que son precursores de la biosíntesis de las fenilalaninas, tirosinas y triptofanos. Estos son ácidos esenciales para el crecimiento de la planta y responsables por la producción de defensas, además de participar en la biosíntesis de fenil propanóides, síntesis de ácidos indolacéticos y lignificación de la pared celular. La síntesis de estos productos se manifiesta fenotípicamente con el aumento y retención de flores y frutos, aumento de peso de frutos y como fitoalexinas en la mejora de las condiciones fitosanitarias; como en el caso de la biosíntesis de los fenilpropanoides, los cuales aumentan las actividades inhibitorias

contra hongos y bacterias. Siendo así el fosfito de potasio un proveedor de nutrientes y un inductor de productividad.

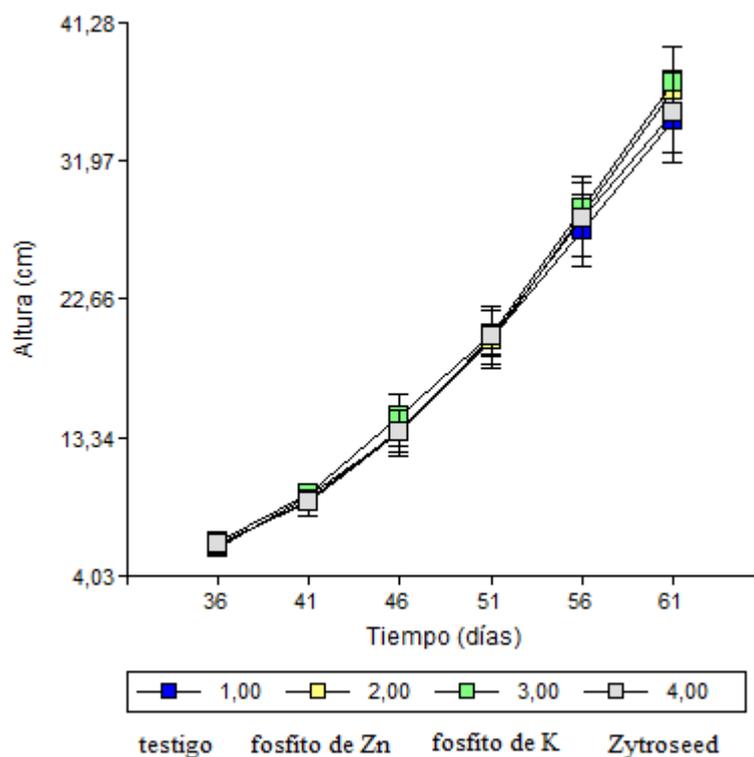


Figura N° 25. _ Respuesta de los tratamientos al efecto de los productos para Crecimiento en seis evaluaciones periódicas en el Cultivo de Culantro.

4.2.4. Número de Atados

El análisis de esta variable no mostró diferencias estadísticas; sin embargo, el tratamiento4 (Zytroseed), presentó ligeramente un mayor promedio de número de atados de culantro en la primera cosecha, con 165,25 atados, y en la última con 27,50 atados, en relación al resto de tratamientos. En términos generales fueron muy pequeñas las diferencias, que al aplicar la prueba de Duncan al 5% no presentó

significación conforme se observa en el cuadro 9 y figura N°26. También se observó un comportamiento lógico, pues a medida que iban realizando las cosechas el rendimiento y número de atados disminuían.

No existió diferencia estadística entre el grupo de tratamientos y el testigo; situación que en la práctica agrícola quiere decir que el empleo de alternativas orgánicas (Zytroseed) es tan válida como una opción convencional o química; incluso no influye en el rendimiento del cultivo siendo el manejo orgánico y el uso de fosfitos buenas alternativas en el manejo del cultivo, considerando adicionalmente que este esquema innovado de manejo está en estrecha vinculación con la preservación de la salud de los trabajadores, consumidores y ambiente.

Cuadro 9._ Promedio \pm error estándar para Número de atados, y número de atados totales en todo el ciclo de cultivo, frente a los diferentes tratamientos en la fase de campo.

TRAT.	NA1	NA2	NA3	N°A Totales
Testigo	152,5 \pm 51,42 a	48,25 \pm 7,50 a	23,25 \pm 2,50 a	224,1 a
Fosfit K	154,75 \pm 39,41 a	57,50 \pm 16,82 a	21,25 \pm 7,63 a	233,5 a
Fosfito Zn	151,50 \pm 54,73 a	44,75 \pm 14,45 a	19,25 \pm 7,54 a	215,5 a
Zytroseed	165,25 \pm 45,77 a	48,75 \pm 11,79 a	27,50 \pm 12,50 a	241,5 a
P	0,9755	0,5780	0,5611	

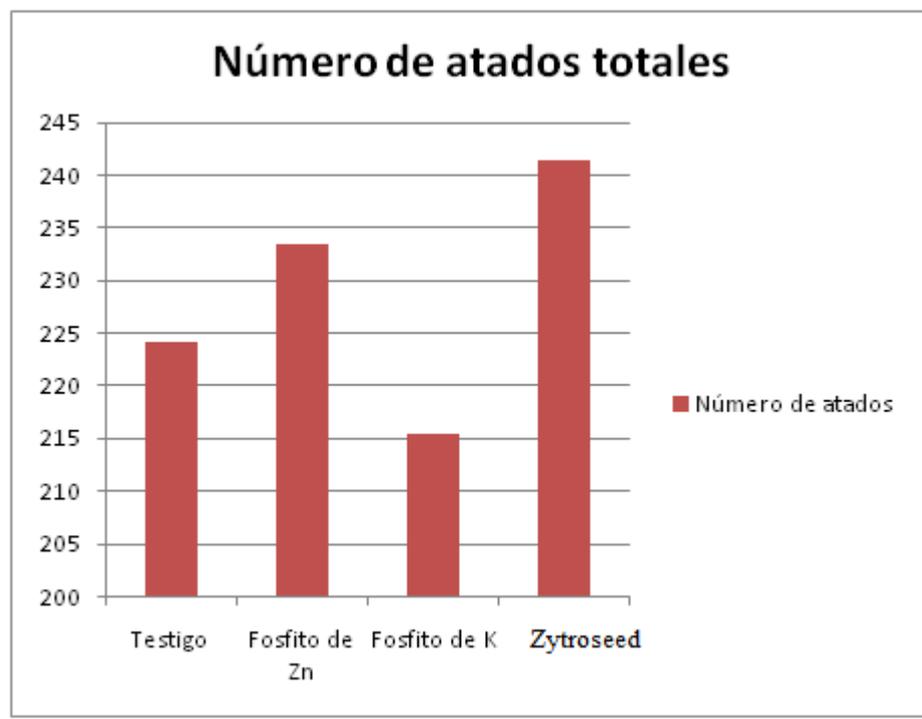


Figura N° 26. _ Promedio del número de atados total de las tres cosechas obtenidas en el Cultivo de Culantro.

4.2.5. Peso de los Atados

El análisis estadístico para Peso de los atados no evidencia diferencias estadísticas entre tratamientos (cuadro 10) como en la variable anterior (número de atados). Todos los tratamientos manifestaron similitud en su comportamiento. Esto se debe a que ninguno de los productos utilizados influyó en el incremento del peso de los atados. Al no haber injerencia de los productos no se observó cual es el tratamiento más apropiado desde el punto de vista de producción.

Cuadro 10._ Promedio \pm error estándar para Peso de los atados, frente a los diferentes tratamientos en la fase de campo.

TRAT.	PA1	PA2	PA3	PA totales
Testig	28803,60 \pm 9030,32 a	7484,40 \pm 1079,78 a	3969 \pm 434,29 a	40257
Fosf K	27442,80 \pm 7494,70 a	9525,60 \pm 2892,63 a	3515,40 \pm 1452,23 a	40483.8
Fosf Zn	27102,60 \pm 11026,46 a	7711,20 \pm 2191,10 a	3288,60 \pm 1005,79 a	38102.4
Zytroseed	30504,60 \pm 8521,36 a	7711,20 \pm 1851,81 a	4309,20 \pm 1504,42 a	42525
P	0,9494	0,5101	0,6272	

En la figura N°27 se aprecia el promedio de Peso de los atados de los distintos tratamientos; al igual que en la variable número de atados, se identifica al tratamiento T4 (Zytroseed) como el que mostro mayor peso con 4309,2 gramos a la última cosecha.

El peso de los atados disminuye según la cosecha, esto va en relación al número de atados que también decrece; por este motivo es que el rendimiento es el total de la sumatoria de todas las cosechas obtenidas en el ciclo de cultivo.

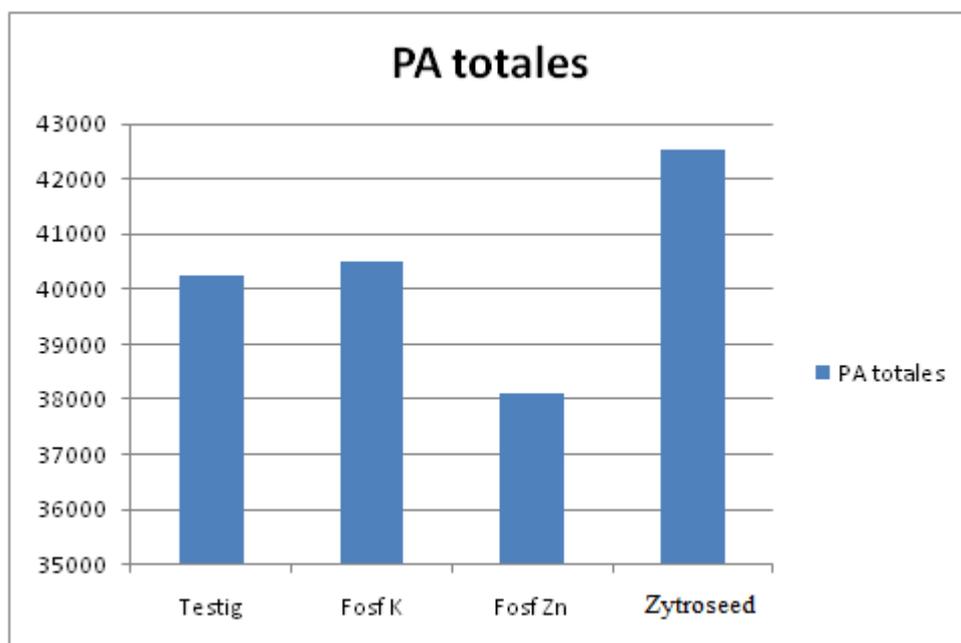


Figura N° 27. _ Promedio del Peso de los atados total de las tres cosechas obtenidas en el Cultivo de Culantro.

4.2.6. Rendimiento por Metro Cuadrado

Esta variable es una extrapolación de los datos obtenidos en Rendimiento por parcela, por lo tanto, como se observa en el cuadro 11 y figura N°28 se muestra el promedio de Rendimiento por metro cuadrado para cada tratamiento, no existió diferencias estadísticas; sin embargo, matemáticamente el tratamiento T4 (Zytroseed) presentó un mayor rendimiento.

Cuadro 11._ Promedio del Número de atados por parcela, Rendimiento por parcela, Número de atados por m² y Rendimiento por m²; en la 1ra cosecha (la más representativa) en el Cultivo de Culantro bajo el efecto de los tratamientos.

Tratamiento	N° de atados / parcela	Rendimiento/ parcela kg	N° de atados / metro ²	Rendimiento/ metro ² (kg/m ²)
1 testigo	152,5 a	28,8 a	15,9 a	3,00 a
2 fosfito de Zn	154,75 a	27,44 a	16,12 a	2,85 a
3 Fosfito de K	151,5 a	27,10 a	15,78 a	2,82 a
4 Zytroseed	165,25 a	30,5 a	17,21 a	3,18 a

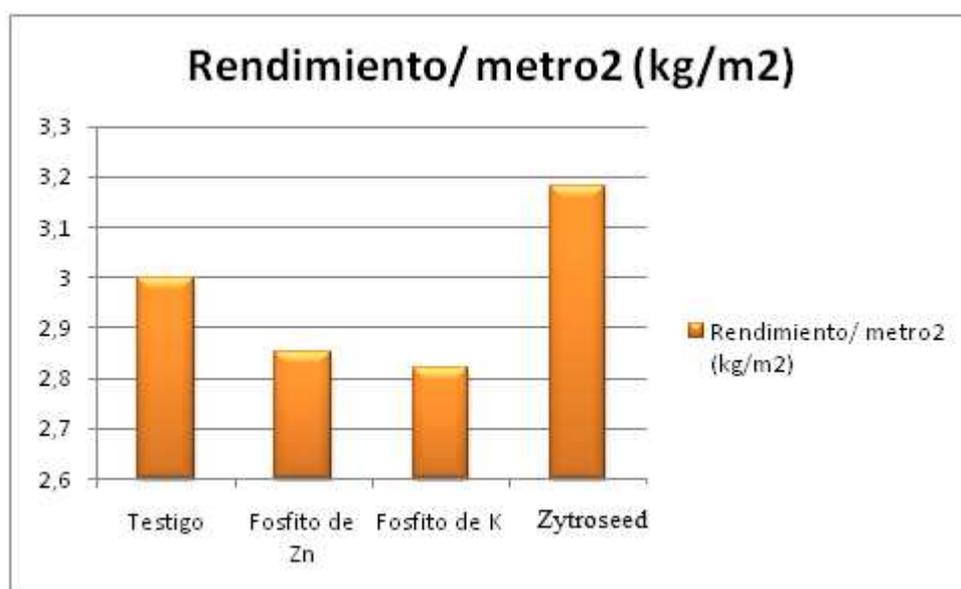


Figura N° 28. _ Rendimiento por metro cuadrado a la primera cosecha de culantro, en respuesta a los tratamientos.

4.2.6. Análisis Económico

Siguiendo la metodología de análisis de presupuesto parcial según Perrin *et al.*, (1981) se procedió a obtener el beneficio bruto que corresponde a la producción de culantro obtenida en cada tratamiento multiplicado por el valor del Kg de culantro.

Por otro lado, se obtuvo el costo variable que corresponde a la suma de precios de los productos por cada tratamiento. De la diferencia del beneficio bruto menos el costo variable, se obtuvo el beneficio neto (Cuadro 12).

Cuadro 12. Beneficio Bruto, Costo Variable y Beneficio neto de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Beneficio Bruto	Costos Variables	Beneficio Neto
Testigo	18,9175	13,92	4,9975
Fosfito de Zn	19,0256	5,2	13,8256
Fosfito de K	17,907	6	11,907
Zytroseed	19,9844	8	11,9844

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañado de sus costos variables se procedió a realizar el análisis de dominancia, donde tratamiento dominado es aquel que a igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable. De esta manera se determinó que los tratamientos no dominados fueron el T4, T2 y T1 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio

Tratamiento	Beneficio Neto	Costos Variables	
T2 Fosfito de Zn	13,83	5,2	*
T4 Zytroseed	11,98	8	
T3 Fosfito de K	11,91	6	
T1 Testigo	4,99	13,92	

* Tratamiento dominado

En la figura N° 29 se observa la relación beneficio neto – costo variable de cada tratamiento. Así, se identifica claramente a los tratamientos T4, T3 y T1 como los tratamientos no dominados y al T2 como el único dominado.

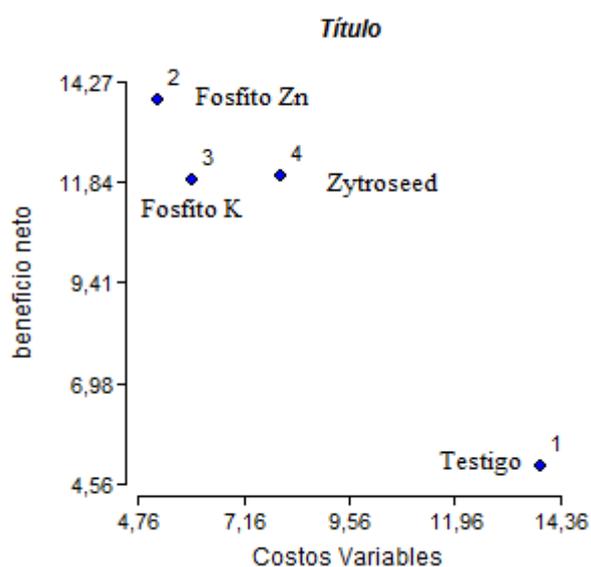


Figura N° 29._ Análisis de Costos parciales para cada uno de los tratamientos

V. CONCLUSIONES

Se determinó que el agente causal de la mancha foliar “peca” del culantro fue el hongo *Alternaria* sp, que fue aislado en el medio agar zanahoria.

Los productos Zytroseed y Fosfito de Zinc no permitieron el crecimiento de *Alternaria in vitro* a lo largo de todas las evaluaciones.

Dalgin Active y PF-5 determinaron un mayor crecimiento de *Alternaria in vitro* lo que se debe a que estos productos en su constitución tienen micronutrientes, hidratos de carbono, aminoácidos y promotores de crecimiento como cito quininas, auxinas y giberelinas; lo que contribuyó al mayor crecimiento del hongo.

En las variables incidencia y severidad, todos los tratamientos aplicados fueron eficientes y no existió diferencia estadística significativa entre estos.

Las aplicaciones de Fosfito de Zinc, Fosfito de Potasio y de Zytroseed; fueron realmente eficientes para el control de *Alternaria* sp, sobre la variable incidencia, pues sus porcentajes no llegaron ni al 2%.

El Fosfito de Zinc, Fosfito de Potasio y Zytroseed presentaron un comportamiento destacado en el control de la peca del culantro en la variable incidencia; la eficiencia con relación al testigo correspondió al 95,6%; 91,9% y al 83,2% respectivamente.

Para la variable severidad las aplicaciones de Fosfito de Zinc, Fosfito de Potasio y de Zytroseed; fueron realmente eficientes para el control de *Alternaria* sp, pues sus porcentajes no llegaron ni al 1%.

El Fosfito de Zinc, Zytroseed y Fosfito de Potasio presentaron un comportamiento destacado en el control de la peca del culantro en la variable severidad; la eficiencia con relación al testigo correspondió al 99,6%; 98,7% y al 97,65% respectivamente.

No se encontró ningún efecto de los productos Zytroseed, Fosfito de Zinc y Fosfito de Potasio para el control de *Alternaria* sobre las variables: altura de la planta, número de atados y peso de los atados en la fase de campo.

Económicamente, el tratamiento ecológico T2 Fosfito de Zinc se constituyó en la mejor opción, pues presentó el costo variable más bajo 5,20\$ con un beneficio neto alto de 13,83\$; sin necesidad de realizar un análisis marginal.

La aplicación de los diferentes tratamientos no ocasionó daños por fitotoxicidad.

VI. RECOMENDACIONES

Es necesario continuar con la evaluación de los productos orgánicos más promisorios en otras variedades y en condiciones más agresivas de la enfermedad.

Continuar con investigaciones orientadas a la reducción del uso indiscriminado de agroquímicos.

Se recomienda realizar estudios con aplicaciones al suelo y follaje para determinar la eficacia de los productos orgánicos, fosfitos y compuestos de sílice.

Debido a que los productos son nuevos, es necesario realizar estudios moleculares para identificar cuáles son las causas reales del control de microorganismos.

Se recomienda el uso de cualquiera de los productos probados en la fase de campo; dado a su composición orgánica favorable para el ambiente.

Se recomienda tomar muy en cuenta en el control MIP, que para hacer una rotación de productos, no debe ser por ingrediente activo, ni casa comercial; sino por el modo de acción del producto.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, J.R. 1998. Guía para la producción de hortalizas de hoja para la industria. Perejil, *Petroselinum hortense*, cilantro, *Coriandrum sativum*. Guía para la producción de hortalizas. Ediciones ASIAVA. Cali, Colombia. p. 116-118.
- AGRIOS, G.N. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Ediciones: Elsevier academic Press. 922p.
- BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. 2003. Illustrated Genera of Imperfect fungi. Fourth edition. Ediciones: Aps-Press. St.Paul, Minnesota. 218p.
- BASF, 2008. Chemical Company. (en línea). Ecuador. Consultado 15 de abril 2010. Disponible en: <http://www.basf.com.ec/negocios/foiar.asp>
- BERNSTEIN, B. *et al.* 1995. "Characteristics of **Colletotrichum** from peach, apple, pecan, and other hosts", Plant Dis (79). (en línea). Disponible en: http://www.interciencia.org/v22_06/comunicaciones01.html
- BOTANICAL - ONLINE, 1990-2010. Propiedades del Coriandro, cilantro (en línea). Consultado 22 de diciembre 2009. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/medicinalscoriandersativumcastella.htm>.
- CASTRO, P.C.; CATO, S.C. 2006. Condamin and brassinolide on bean plants. Revista da Agricultura. Brasil. Piracicaba. Vol 81, n.1, pg 24-39.

CÁMARA DE AGRICULTURA, 2002. III Censo Nacional Agropecuario (en línea).

Ecuador. Consultado 20 de enero 2010. Disponible en:
<http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm>.

CEDEÑO, L. *et al.* 1993, “Antracnosis causada por dos cepas de *Glomerelia cingulata* en frutos de parchita”, Fitopatología, Venezuela.

DENNIS, J. & WILSON, J. 1997. 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>

DIEDERICHSEN, A. 1996. Coriander. *Coriandrum sativum* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3. IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute, Italy. 83 p.

DROKASA, 2007. Fosfitos, Perú; Responsable: Departamento técnico, DROKASA PERÚ S.A. Av. 28 de Julio N° 150 piso 7 – Miraflores. Teléfono: 219 3901. Fax: 219 3929. (Bompeix, G. et al, 1980), (Fenn y Coffey, 1984), (Matheron y Matejke, 1988), (Pegg, 1985).

EDA, 2008. El uso del ácido salicílico y fosfonatos (Fosfitos) para activación del sistema de resistencia adquirida de la planta, (en línea); Honduras; Consultado 16 de abril 2010, disponible en: [www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA paper pdf](http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA%20paper.pdf).

FALCONI, C.E. 1998. Fitopatología Práctica. 1ª edición. Ediciones: EDIESPE.
Quito, Ecuador. 119p.

FRENCH, E.R. & HEBERT, T.T. 1982. Métodos de Investigación Fitopatológica.
1ª edición. Ediciones: IICA. San José, Costa Rica. 290p.

HARTEN, A.M. 1974. Coriander: The history of an old crop. Dutch, Land bowkd
Tijds chr. 86: 58-64.

INFOAGRO, 1997. 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>

INTA,2006. Control de Alternaria en mandarinas. (en línea). Consultado 2011.
Disponible en : [http://www.inta.gov.ar/montecarlo/INFO/documentos/fruticultura/
Alternaria%20CM31.pdf](http://www.inta.gov.ar/montecarlo/INFO/documentos/fruticultura/Alternaria%20CM31.pdf)

IVANOVA, K. V. & STOLETOVA, E. A. 1990. The history of culture and
intraspecific taxonomy of *Coriandrum sativum* L. Russ, Eng. Bot; genisel
133. p. 26-40.

KIRALY. Z, edit 1974. Methods in Plant Pathology with special reference to
breeding for disease resistance. Ediciones: Elsevier. Kiadó, Budapest. 510p.

LEÓN, R.E. 2009. Tesis: Determinación de los efectos de productos comerciales obtenidos a base de cítricos y de neem para el manejo de sigatoka negra y su agente causal (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet). Consultado 02 de enero del 2010. Disponible en: http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-43266.pdf

MEDJDOUB, R. 1997. Las algas marinas y la agricultura. Dpto de I+D Cat Saigner Agricultura. (en línea). Valencia. Consultado 2009. Disponible en la URL: <http://www.terraia.com/articulo.php>.

MENA, O.E. & PESANTEZ V.E. 2009. Tesis de grado: Evaluación de alternativas de control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol, comunidad Penileo, Pillaro, Tungurahua. Ecuador. p.79. Consultado 2011.

MONDINO, P. 2008. Control químico de enfermedades de plantas 2da parte, grupos químicos.(en línea). Consultado 2011. Disponible en: www.pv.fagro.edu.uy/.../control_quimico_de_enfermedades_de_plantas_2a_parte.pdf

MORALES, J.P. 1995. 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>.

OBREGÓN, M. 2007. Productos Plantisana. *Bacillus subtilis*. (en línea). Consultado 20 de abril 2010. Disponible en: <http://productos-plantisana.com/bacillussubtilis.aspx>

PERENA, S.; HERNÁNDEZ, J. & SIVERIO, F. 2010. Evaluación de la eficacia *in vitro* de productos naturales y químicos en el control de especies fúngicas que afectan al cultivo del plátano en canarias. Gobierno de Canarias. Consultado 02 de enero del 2010 (en línea) Disponible en : http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/frut_363_platanera.pdf

PERRIN, R.; WINKELMAN, D.; MOSEARD, E. & ANDERSON, J. 1981. “Formulación de recomendaciones de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica”. Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo. México, FD. p54.

PUGA, B. 2000. Evaluación de un sistema y beneficio de semillas de cilantro *Coriandrum sativum*, Ediciones Unapal. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. p.97.

RANSA, 2010. Ran Industrias Químicas, S.A. (en línea). Argentina. Consultado el 05 de febrero 2010. Disponible en: <http://www.ransa.com/agro/Fos-K.pdf>

Revista TERRALIA.com. 2006. Las algas marinas y la agricultura. Revista N° 58, artículo 385. Madrid-España. (en línea). Consultado 2009. Disponible en la URL: <http://www.terralia.com/index.php?revista=58&articulo=385>.

- ROJAS, T. 1988. “Características culturales y control químico In Vitro de *Colletotrichum dematium* aislado de soya (*Glycine max L.*)” Tesis de Grado. Maracay, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
- RONDÓN, A. *et al.* 1995. “El cultivo del Mango en Venezuela. X Principales enfermedades y su control”, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Fonaiap Divulga.
- SANTESTEBAN, *et al.* 2008. Interés del uso de fitofortificantes para el control de enfermedades del viñedo. (en línea). Consultado 2011. Disponible en: <http://wine.uab.cat/Ponencies%20i%20comunicacions/11%20C%20C%20Jimenez.pdf>
- SARRO, A. *e t al.* 2009. Capacidad biocida de Bestcure frente a los hongos Fitopatógenos *Phytium ultimum* y *Alterniaria porri*. En línea. Consultado el 19 marzo marzo 2011. Disponible en: <http://www.futurecobioscience.com/media/publications/f942e5c3c57be3b032d9909bc9ac9acd858.pdf>
- SAS, 2009. SUSTAINABLE AGRO SOLUTIONS, S.A. Fichas técnicas. (en línea). España. Ctra. N-240 km 110. 25100 Almacelles (Lleida) Consultado 15 de abril 2010. Disponible en: www.greencareby-sas.com
- SIMON, J.E. 1988. Essential oils and culinary herbs. Ediciones J. Janick and J. E. Simon, Advances in New Crops (en línea). Consultado 23 de enero 2009. Disponible en: <http://www.infoagro.com/aromaticas/coriandro.htm>.

USAID –RED (United States Agency International Development – Programa de Diversificación Económica Rural). 2006. El Uso del Ácido Salicílico y Fosfonatos (Fosfitos) para Activar el Sistema de Resistencia de la Planta (SAR) (en línea). Consultado 2009. Disponible en la URL: www.usaid-red.org

VALLEJO, F.A. & ESTRADA, E.I. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Ediciones Mundi – Prensa, S.A. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. p. 291-311.

VILLALOBOS, M.J.; LACASA, A.; GONZÁLEZ, A.; VARÓ, P.; MONSERRAT, A. & GARCÍA, M.J. 2002. Cultivo intercalado y control de plagas en horticultura ecológica. La Alberca, España. p. 268-272.

ZAPATA, A. & GARCÍA, J.R. 2002. Evaluación agronómica de sistemas de siembra para la producción de follaje en cilantro, *Coriandrum sativum* L. Colombia. p. 75.

<http://www.hdc.org.uk/herbs/page.asp?id=21>

Un fosfito de calidad debe ser capaz de estimular el crecimiento vegetal, reducir disturbios fisiológicos, auxiliar la absorción de macros y micronutrientes, favorecer el equilibrio nutricional, aumentar defensas contra enfermedades, favorecer la maduración uniforme de frutos y principalmente aumentar la productividad de las áreas tratadas.

Para que el fosfito de potasio consiga aporte nutricional y fisiológico, es necesario que el fosfito sea obtenido a través de la reacción del ácido fosforoso (H_3PO_3) con hidróxido de potasio de excelente calidad. Por costos algunas personas utilizan ácido fosfórico (H_3PO_4) o ácido fosfórico de baja calidad, para la obtención de fosfito de potasio; obteniendo así una molécula sin función fisiológica.

I. <http://www.futurecobioscience.com/media/publications/f942e5c3c57be3b032d9909b69acd858.pdf>

II. http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Manuales%20de%20produccion/EDA_Produccion_Uso_de_Acido_Salicilico_Y_Fosfitos_01_08.pdf

http://www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica/index.php?proceso=registro&numero=122

<http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/07htextoalternaria.pdf>