

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



TELENCHANA PAUCAR NORMA YOLANDA

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

**“APLICACIÓN DE PRODUCTOS SELLO VERDE EN EL MANEJO DE LA
HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS (*Plasmodiophora brassicae*) EN EL CULTIVO
DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *Avenger*), EN LAS CONDICIONES
AGROECOLÓGICAS DE IZAMBA”**

CEVALLOS – ECUADOR

2015

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito NORMA YOLANDA TELENCHANA PAUCAR, portadora de la cédula de identidad número 180461088 - 7, en honor a la verdad, declaro que el trabajo de investigación titulado “**APLICACIÓN DE PRODUCTOS SELLO VERDE EN EL MANEJO DE LA HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS (*Plasmodiophora brassicae*) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *Avenger*), EN LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE IZAMBA**” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica

Norma Yolanda Telenchana Paucar

DERECHO DE AUTOR

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

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

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

Norma Yolanda Telenchana Paucar

**“APLICACIÓN DE PRODUCTOS SELLO VERDE EN EL MANEJO DE LA
HERNIA DE LAS CRUCÍFERAS (*Plasmodiophora brassicae*) EN EL CULTIVO
DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *Avenger*), EN LAS CONDICIONES
AGROECOLÓGICAS DE IZAMBA”**

APROBADO POR:



Ing. Agr. Mg. Segundo Curay

TUTOR



Ing. Mg. Jorge Artieda

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:



Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita

Presidente del Tribunal



Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski



Ing. Mg. Jorge Artieda

DEDICATORIA

A Dios por darme la existencia y brindarme la fuerza necesaria para culminar mi carrera. Darle gracias por ser mi fuente de inspiración, fortaleza y refugio en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Manuel y Gladys quienes con su ejemplo de amor, fidelidad, perseverancia, esfuerzo y superación han sabido forjarme en todo momento. Ofrecer mi gratitud a Dios por mis padres y todo su sacrificio en brindarme lo mejor y poder culminar mis estudios superiores.

A mis hermanos Mónica, Fernando y Leonardo quienes me han ofrecido su apoyo y cariño en todo momento.

A mis cuñadas y sobrinas quienes con palabras de aliento han sabido apoyarme incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, que me brindó la oportunidad de cumplir mis sueños.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Agr. Mg. Segundo Curay, Tutor de la Tesis, quien con sus consejos y permanente responsabilidad, me permitió desarrollar y llegar a una exitosa culminación de mi investigación.

Al Ing. Mg. Jorge Artieda., por su gran responsabilidad y sus acertadas sugerencias en la parte Estadística y al Ing Agr. Mg. Jorge Dobronski, por sus consejos y aportes en la presentación y Redacción Técnica de mi trabajo de investigación.

Mi agradecimiento infinito al Ing. José Mangui y al Ing. Mg. Eduardo Cruz quienes me brindaron su colaboración permanente durante el transcurso de este trabajo investigativo.

“La clave de tu futuro está escondida en tu vida diaria”.

Pierre Bonnard

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Análisis crítico del problema.....	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS.....	5
2.1. Antecedentes investigativos.....	5
2.2. Categorías Fundamentales.....	6
2.2.1. Origen brócoli.....	6
2.2.1.2. Clasificación taxonómica.....	7
2.2.1.3. Características botánicas.....	7
2.2.1.3.1. Raíz.....	7
2.2.1.3.2. Tallo.....	7
2.2.1.3.3. Hojas.....	7
2.2.1.3.4. Flor.....	8
2.2.1.3.5. Inflorescencia.....	8
2.2.1.3.6. Fruto.....	8
2.2.1.3.7. Semilla	9
2.2.1.4. Composición nutricional del brócoli	9
2.2.1.5. Requerimientos generales del cultivo	10
2.2.1.5.1. Clima	10
2.2.1.5.2. Suelo	10
2.2.1.5.2.1. Características físicas	10
2.2.1.5.2.2. Características químicas	11
2.2.1.5.3. Luminosidad	11
2.2.1.5.4. Humedad y Riego	11
2.2.1.5.5. Fertilización	12
2.2.1.5.6. Distancias de siembra	12

2.2.1.5.7. Descripción del ciclo vital del brócoli	13
2.2.1.6. Plagas	14
2.2.1.6.1. Gusano Trozador (<i>Agrotis ipsilon</i>)	14
2.2.1.6.2. Falso Medidor (<i>Trichoplusia ni.</i>)Hubner	14
2.2.1.6.3. Polilla de las crucífera (<i>Plutella xylostela</i>)	14
2.2.1.6.4. Minadores (<i>Lyriomiza sp.</i>)	14
2.2.1.6.5. Pulgón (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	15
2.2.1.7. Enfermedades	15
2.2.1.7.1. Mancha foliar (<i>Alternaria brassicae Berk.</i>).....	15
2.2.1.7.2. Mancha angular (<i>Micosphaerella brassicicola</i>)	15
2.2.1.7.3. Mildiu (<i>Peronospora parasítica</i>)	15
2.2.1.7.4. Mal de semillero (<i>Damping-off</i>)	16
2.2.1.8. Fisiopatías	16
2.2.1.9. Híbridos	16
2.2.1.10. Cosecha	17
2.2.1.11. Rendimiento	17
2.2.2. Hernia de las crucíferas (<i>Plasmodiophora brassicae</i>)	18
2.2.2.1. Síntomas.....	19
2.2.2.2. Condiciones favorables.....	19
2.2.2.3. Humedad del suelo.....	20
2.2.2.4. Temperatura.....	20
2.2.2.5. Control cultural.....	20
2.2.2.6. Control biológico.....	20
2.2.2.7. Recomendaciones para reducir la incidencia de la enfermedad	21
2.2.3. Agroamomio.....	22
2.2.4. Fortiraiz.....	24
2.3. HIPÓTESIS.....	24
2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	25
2.4.1. Variable independiente.....	25
2.4.2. Variable dependiente.....	25
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	25
CAPÍTULO III.....	27
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	27
3.1.2. Modalidad de la investigación.....	27
3.1.3. Tipo de investigación.....	27
3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	28
3.3 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	28
3.3.1. Clima.....	28
3.3.2. Suelo	28
3.4. FACTORES DE ESTUDIO.....	28
3.4.1. Dosis en mezcla	28
3.4.1.1. Fungicida (Agroamonio).....	28
3.4.1.2. Enraizante (Fortiraiz).....	28
3.4.2. Testigos.....	29
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
3.5.1. Esquema del análisis de varianza	29
3.6. TRATAMIENTOS.....	30
3.7. DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO.....	30
3.8. DATOS TOMADOS.....	32
3.8.1. Altura de la planta.....	32
3.8.2. Peso de la pella.....	32
3.8.3. Diámetro ecuatorial de la pella.....	32
3.8.4. Incidencia de la hernia de las crucíferas (<i>plasmodiophora brassicae</i>).....	32
3.8.5. Rendimiento	33
3.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION RECOLECTADA.....	33
3.9.1. Tabulación y/o gráfica de los datos obtenidos.....	33
3.9.2. Análisis Económico.....	33
3.9.3. Verificación de la hipótesis.....	33
3.10. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.10.1. Ubicación del ensayo.....	33
3.10.2. Toma de muestra para análisis de suelo.....	34
3.10.3. Preparación del suelo.....	34
3.10.4. Adquisición de las plantas.....	34
3.10.5. Trasplante.....	34
3.10.6. Abonadura orgánica.....	34

3.10.7. Obtención de los productos químicos.....	34
3.10.8. Aplicación de tratamientos.....	35
3.10.9. Deshierbas.....	35
3.10.10. Riegos.....	35
3.10.11. Controles fitosanitarios.....	35
3.10.12. Cosecha.....	35
3.10.13. Toma de datos.....	35
3.10.14. Procesamiento de datos.....	36
3.10.15. Análisis e interpretación de datos.....	36
3.10.16. Elaboración del informe.....	36
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN.....	37
4.1.1. Altura de la planta.....	37
4.1.2. Diámetro de la pella.....	39
4.1.3. Peso de la pella.....	42
4.1.4. Incidencia de la enfermedad.....	45
4.1.5. Rendimiento.....	48
4.2. Resultados, análisis económico y discusión.....	52
4.3. Verificación de la hipótesis.....	56
CAPÍTULO V.....	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1. Conclusiones.....	57
5.2. Recomendaciones.....	58
CAPÍTULO VI.....	59
PROPUESTA.....	59
6.1. Título.....	59
6.2. Fundamentación (Marco conceptual).....	59
6.3. Objetivos.....	60
6.4. Justificación e importancia.....	60
6.5. Manejo técnico.....	61
6.5.1. Ubicación del ensayo.....	61
6.5.2. Toma de muestra para análisis de suelo.....	61
6.5.3. Preparación del suelo.....	61

6.5.4. Adquisición de las plantas.....	61
6.5.5. Trasplante.....	61
6.5.6. Abonadura orgánica.....	61
6.5.7. Obtención de los productos químicos.....	61
6.5.8. Aplicación de tratamientos.....	62
6.5.9. Deshierbas.....	62
6.5.10. Riegos.....	62
6.5.11. Cosecha.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	68
ANEXO 1. Altura de la planta.....	68
ANEXO 2. Diámetro de la pella.....	68
ANEXO 3. Peso de la pella.....	69
ANEXO 4. Incidencia de la enfermedad.....	69
ANEXO 5. Rendimiento.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
CUADRO 1. Valor nutritivo y contenido calórico del brócoli.....	9
CUADRO 2. Fertilización para el cultivo de brócoli.....	12
CUADRO 3. Rendimiento del brócoli en Ecuador.....	18
CUADRO 4. Instrucciones para el uso de Agroamonio.....	23
CUADRO 5. Operacionalización de variables.....	26
CUADRO 6. Análisis de varianza para la variable altura de la planta.....	37
CUADRO 7. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de la planta.....	38
CUADRO 8. Prueba de significación de Tukey al 5% para grupos en la variable altura de la planta.....	38
CUADRO 9. Análisis de varianza para la variable diámetro de la pella.....	40
CUADRO 10. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro de la pella.....	40
CUADRO 11. Prueba de significación de Tukey al 5% para grupos en la variable diámetro de la pella.....	41
CUADRO 12. Análisis de varianza para la variable peso de la pella.....	42
CUADRO 13. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso de la pella.....	43
CUADRO 14. Prueba de significación de Tukey al 5 % para grupos en la variable peso de la pella.....	43
CUADRO 15. Prueba de significación de Tukey al 5% dentro de F2 en la variable peso de la pella.....	44
CUADRO 16. Prueba de significación de Tukey al 5% dentro de F3 en la variable peso de la pella.....	44
CUADRO 17. Análisis de varianza para la variable incidencia de la enfermedad.....	45
CUADRO 18. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la variable incidencia de la enfermedad.....	46
CUADRO 19. Prueba de significación de Tukey al 5% dentro de F1	

en la variable incidencia de la enfermedad.....	47
CUADRO 20. Prueba de significación de Tukey al 5% dentro de F2	
en la variable incidencia de la enfermedad.....	47
CUADRO 21. Prueba de significación de Tukey al 5% dentro de F3	
en la variable incidencia de la enfermedad.....	47
CUADRO 22. Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	49
CUADRO 23. Prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos	
en la variable rendimiento.....	49
CUADRO 24. Prueba de significación de Tukey al 5% para grupos	
en la variable rendimiento.....	50
CUADRO 25. Prueba de significación de Tukey al 5% dentro de F2	
en la variable rendimiento.....	50
CUADRO 26. Prueba de significación de Tukey al 5% dentro de F3	
en la variable rendimiento.....	51
CUADRO 27. Costos de inversión del experimento.....	53
CUADRO 28. Costos de inversión por tratamiento.....	54
CUADRO 29. Ingresos por tratamiento.....	54
CUADRO 30. Comparativo (Utilidad).....	55
CUADRO 31. Relación beneficio costo.....	55

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación titulado “Aplicación de productos sello verde en el manejo de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica olerácea var. avenger*), en las condiciones agroecológicas de Izamba” se lo llevó a cabo en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Izamba, ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: : 1° 14' 0" Sur y 78° 35' 0" longitud Oeste, a la altitud de 2570 m.s.n.m.

Esta investigación se realizó con el propósito de determinar la dosis más adecuada de un fungicida (Agroamonio) (F1 = 1 cc/litro, F2 = 2 cc/litro, F3 = 3 cc/litro) y el enraizante (Fortiraíz) (E1 = 1,5 g/litro, E2 = 3,0 g/litro, E3 = 4,5 g/litro) que permita realizar el manejo de la hernia de las crucíferas (*Plamodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli, además se plantearon dos unidades experimentales testigos (T1 = sin aplicación) y (T2 = Aplicación de tecnología convencional o del agricultor). También se determinó la eficiencia económica de cada uno de los tratamientos.

Se aplicaron 11 tratamientos, utilizando el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 3 (Dosis fungicida) x 3 (Dosis enraizante) + 2 (Testigos), con análisis grupal, con tres repeticiones. Se efectuó el análisis de varianza (ADEVA) de acuerdo al diseño experimental ya mencionado, pruebas de significación de Tukey al 5 %. La eficiencia económica de cada tratamiento se determinó mediante el cálculo de la relación beneficio costo.

La aplicación de la dosis del fungicida Agroamonio (F3 = 3 cc/litro) y enraizante Fortiraíz (E3 = 4,5 g/litro), produjo los mejores resultados, incidiendo favorablemente en la altura de la planta (34,59 cm), diámetro de la pella (16,31 cm), peso de la pella (0,64 kg), incidencia de la enfermedad (10,63 %), de tal manera el rendimiento fue mayor (22.882,93 kg/ha), y se considera que las dosis aplicadas son las recomendadas para disminuir la incidencia de la enfermedad e incrementar la productividad del cultivo de brócoli.

Con el análisis económico se puede concluir que el tratamiento F3E3 (3 cc/litro Agroamonio y 4,5 g/litro Fortiraíz), adquirió la mayor relación beneficio costo de

1,11. Este valor significa que la inversión generó aparte de los intereses de capital un 11% de ganancias, por lo que se justifica la aplicación del fungicida y enraizante en las dosis antes mencionadas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) que incide directamente en la baja productividad en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. *Var. Avenger*); se puede manejar con productos alternativos?

1.2. Análisis crítico del problema

“La producción de brócoli en el Ecuador, ha mostrado un fuerte dinamismo en los últimos años, constituyéndose como un producto bandera dentro de los no tradicionales de exportación”. Aprofel, (2007).

“La producción de brócoli dentro del país se ha incrementado fuertemente, pero así mismo la incidencia de enfermedades ha ido en auge, por ejemplo la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*), que ataca fuertemente a las raíces que se ven afectadas de grandes abultamientos o protuberancias; como consecuencia la parte aérea no desarrolla bien y las hojas se marchitan en los momentos de más sequedad en el ambiente”. IIAP, (2014).

La enfermedad sobrevive en el suelo en forma de esporas de resistencia, llamadas zoosporangios que pueden permanecer vivas por varios años (10 años o más) y cuando las esporas de resistencia consiguen las condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo, como un suelo frío, húmedo y ácido con temperatura de 20 ° C y 25 ° C; se abren (eclosionan) produciendo esporas móviles llamadas zoosporas que nadan hasta las raíces, para posteriormente penetrarlas e infectarlas. Una vez que están dentro de las raíces, las zoosporas forman una masa llamada plasmodio cuya forma es parecida a la de una ameba.

Cuando los tejidos infectados se pudren o descomponen por efectos de la acción de otros microorganismos, liberan al suelo las esporas de resistencia que infectaran el próximo cultivo. Las cuales pueden ser transportadas en las partículas de suelo que se pegan a herramientas, equipos, animales y personas. La mejor acción es evitar que la enfermedad ingrese a los sitios donde no existe, por ende se recomienda comprar y sembrar plántulas que no tengan la enfermedad, en suelos de buen drenaje donde no se haya desplegado la enfermedad. Se recomienda no utilizar gallinaza porque crea condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad. Además que no se debe regar la siembra con agua que atraviesa por campos contaminados y tomar en cuenta condiciones de asepsia como lavado de herramientas, maquinaria. Finalmente se debe ejecutar un programa de rotación de cultivos durante un período de 7 a 10 años. IIAP, (2014)

Es así que la falta de asesoramiento técnico a los agricultores, el limitado conocimiento acerca de la enfermedad ha creado un condicionante sobre el control de la misma, y como resultado se han incrementado las pérdidas, y una mayor inversión en productos químicos los mismos que por la mala utilización han creado cierta resistencia y provocado bajos rendimientos por hectárea. Por la misma razón los agricultores tienen menores ingresos económicos que influyen directamente en su calidad de vida.

1.3. Justificación

Entre los años 2000 al 2012, la producción nacional de brócoli en el Ecuador aumentó en un 43.79%, esto se debe principalmente a la creciente demanda de este producto y al incremento en los precios a nivel internacional. En el año 2000 se produjeron 48,682 toneladas y para el 2012 se incrementó a 70,000 toneladas, registrando una tasa de crecimiento promedio anual de 3.85%. Con relación al precio del brócoli a nivel de productor en el año 2012 se ubicó en 0.25 USD/kg; mientras que, el precio mayorista al 2012 fue 0.39 USD/unidad (2 libras), observándose una disminución de 2.50% con respecto al 2011 (0.40 USD/unidad), debido principalmente a la baja de los precios a nivel internacional. MAGAP, (2013)

“Las magníficas características del brócoli ecuatoriano, producto de factores como las excelentes condiciones ambientales en las áreas de producción, la estandarización de prácticas agrícolas basadas en las exigencias y tendencias del mercado mundial, y un proceso de floreteo manual, ha hecho que este producto sea fuertemente reconocido a nivel mundial. Tales ventajas han ocasionado un crecimiento sostenido en las ventas de brócoli, siendo los principales mercados de destino: Estados Unidos, la Unión Europea y Japón. El brócoli además se ha convertido en una importante fuente de empleo en áreas rurales del país, lo cual sin duda le da una mayor importancia a la producción de esta hortaliza”. Brócoli en Ecuador, (2014).

Por tal motivo los grandes productores de brócoli se han enfocado en combatir las graves enfermedades que producen cuantiosas pérdidas económicas, dentro de las cuales tenemos la hernia de las crucíferas, la misma que es muy agresiva por permanecer hasta 10 años en el suelo y obligando al productor a realizar una rotación de cultivos o una aplicación excesiva de productos químicos. Es por eso que los resultados de la presente investigación serán difundidos a los productores de brócoli del sector de Izamba, con el fin de mejorar las recomendaciones en fungicidas y enraizantes para el cultivo, enfocado hacia una producción ecológica, sustentable y económicamente rentable.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la mezcla fungicida más enraizante en el manejo de hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora Brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Avenger*).

1.4.2. Objetivos específicos

Aplicar en mezcla las diferentes dosis de Agroamonio y Fortiraíz para el manejo de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Avenger*).

Determinar el efecto de Agroamonio y Fortiraíz en el porcentaje de incidencia de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica olerácea* Var. *Avenger*).

Realizar un análisis económico de cada tratamiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. Antecedentes investigativos

Fernández Rosendo en los años 2004- 2005 al estudiar sobre el manejo del cultivo de brócoli (*brassica olerácea var. italica*) en la empresa alimentos congelados, s.a. (ALCOSA) en el departamento Jalapa, Guatemala evaluó el encalado del suelo en dosis de 15.996 toneladas métricas de cal hidratada (Ca[OH]) por hectárea a una profundidad de 0.20 m, en períodos de 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas previo a la siembra del cultivo de brócoli, para variar el pH de 5.1 hasta 7.2 y de esta manera crear condiciones adversas para *Plasmodiophora brassicae* Woronin, en los suelos de la aldea El Astillero, Jalapa, donde los agricultores han tenido que dejar la producción de brócoli por tener altos niveles de incidencia hasta del 100 %. En el tratamiento testigo (sin encalado) se tuvo una incidencia del 100 %, se cosecharon 5,273 floretes con un rendimiento de 1,141 kg/ha; entre tanto que en los tratamientos con encalado, el mejor tratamiento fue encalar cinco semanas previo a la siembra del brócoli puesto que la incidencia de plantas enfermas fue 15 %, se cosecharon 28,900 floretes con un rendimiento de 12,340 kg/ha, con una tasa marginal de retorno respecto al testigo de 290.58 %, lo cual implica que la inversión adicional entre no encalar el suelo y hacerlo a cinco semanas, permitió una ganancia de 2.90 quetzales por cada quetzal invertido en la práctica de encalado.

Castillo July y Guerrero Omar en diciembre del 2008, para la obtención del título de Ingeniería Agroecológica realizó una investigación en una finca naturalmente infestada con *Plasmodiophora brassicae* en Tabio Cimarca, donde determinó el efecto de EM (Microorganismos eficaces) y del hongo Trichoderma en el desarrollo del patógeno. Los tratamientos fueron: a) EM; b) EM + Trichoderma nativo; c) EM + Trichoderma comercial; d) Trichoderma nativo; e) Trichoderma comercial; y, f) testigo. Se evaluaron dos plantas por parcela útil para establecer altura de plantas, incidencia y severidad del patógeno, en tres muestreos por ciclo, durante tres ciclos

de cultivo. Se determinó la severidad del ataque por la relación entre el volumen de las raíces con agallas y el volumen de las raíces totales por planta. De acuerdo con los resultados, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con ninguna de las variables evaluadas, pero sí se observó que en época lluviosa se incrementó la severidad del patógeno, causando entre un 70 a 80% de pérdidas en rendimiento.

Velandia Jorge, Galindo Ricardo y Ávila de Moreno Clemencia realizaron un trabajo en 1996, en el Departamento de Sanidad Vegetal sobre la Evaluación de Gallinaza en el control de *Plasmodiophora brassicae* en repollo. En el campo no se cuenta con un control químico eficaz para la hernia de las crucíferas, causada por *Plasmodiophora brassicae*. Por lo que en el presente ensayo, se utilizó un lote de repollo sembrado en la Sabana de Bogotá e infestado naturalmente por el patógeno, para evaluar la aplicación de gallinaza como medio de control cultural de la enfermedad. Plántulas de la variedad Bola Verde de repollo de 60 días de germinadas, fueron trasplantadas al terreno con la aplicación de gallinaza pura y de piso, de dos y cuatro meses de descomposición, respectivamente. Se probaron dosis de 100, 200, 300 y 400 g de gallinaza de piso por planta y 50, 100, 200 y 300 g de gallinaza pura por planta. A los 120 días del trasplante, se cosecharon las plantas y se midió la producción del cultivo y los niveles de daño causados por el patógeno. Todas las plantas muestreadas presentaron síntomas. El índice de enfermedad en la parcela testigo fue de 9.9. En las parcelas con gallinaza, la severidad de la enfermedad disminuyó significativamente, especialmente cuando se empleó gallinaza pura. El índice de enfermedad mínimo (6.6) se obtuvo aplicando 300 g de gallinaza pura.

2.2. Categorías Fundamentales

2.2.1. Origen del brócoli

El Centro de Información e Inteligencia Comercial CICO, (2009) manifiesta que el brócoli es una hortaliza originaria del Mediterráneo y Asia Menor. Existen referencias históricas de que el cultivo data desde antes de la Era Cristiana. Ha sido popular en Italia desde el Imperio Romano y en Francia se cultiva desde el siglo XVI.

2.2.1.2. Clasificación taxonómica:

Según MR. Broko, (2014) la clasificación taxonómica del brócoli es la siguiente:

Reino:	<i>Vegetal</i>
Sub-reino:	<i>Fanerógamas</i>
División:	<i>Spermatophita</i>
Clase:	<i>Dicotiledóneas</i>
Sub-clase:	<i>Archiclamydeas</i>
Orden:	<i>Rhoeadales</i>
Familia:	<i>Crucífera</i>
Género:	<i>Brassica</i>
Especie:	<i>oleracea</i>

2.2.1.3. Características botánicas

2.2.1.3.1. Raíz

Semillas Eterno (2015), menciona que el sistema de raíces secundario es muy exuberante y abundante; posee raíz pivotante, que puede llegar a penetrar hasta 60 cm de profundidad.

2.2.1.3.2. Tallo

Jaramillo J, (2006) señala que el tallo es herbáceo y cilíndrico; es relativamente grueso (3 a 6 cm diámetro), de 20 a 50 cm de alto, sobre el cual se disponen las hojas en forma helicoidal, con entrenudos cortos.

2.2.1.3.3. Hojas

El Departamento de Desarrollo Académico de SECICO, (2000) estipula que las hojas son de tamaño grande, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho.

Varían en número, de 15 a 30, según el cultivar. Presentan pecíolo más desarrollado que el repollo, alcanzando un tercio de la longitud total de la hoja. La lámina es entera, de borde fuertemente ondulado y presenta un tono verde-grisáceo. En la base de la hoja puede dejar a ambos lados del pecíolo pequeños fragmentos de lámina a modo de folíolos.

2.2.1.3.4. Flor

Semillas Eterno, (2015) determina que las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenece. Las flores debido a su gran número, son completas, regulares e hipogeas, que tienen cuatro sépalos y 28 pétalos de color amarillo, por lo general en ángulo agudo, cerca de la línea mediana y doblada hacia atrás. Existen seis estambres, cuatro más largos que los otros dos, el pistilo simple se compone de dos carpelos y tienen dos lóculos.

2.2.1.3.5. Inflorescencia

Hernández C, (2012) determina que la inflorescencia primaria está conformada por flores dispuestas en un corimbo principal. Los corimbos son de color verde claro a púrpura, según el cultivar. Las flores son de color amarillo sobre inflorescencias racimosas de polinización alógama.

2.2.1.3.6. Fruto

Semillas eterno, (2015) prescribe que el fruto es una silicua (pequeña vaina) de color verde oscuro cenizo que mide en promedio de 3 a 4 cm y contiene semillas (6 a 8).

2.2.1.3.7. Semilla

Infoagro, (2008) menciona que las semillas que produce el brócoli son abundantes, redondas y de color rosáceo, miden de 0.002 a 0.003 m de diámetro y un gramo de semillas contiene entre 180 - 250 semillas.

2.2.1.4. Composición nutricional del brócoli

Cerdas, (2002) determina que el brócoli es considerado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso y por poseer la cualidad de prevenir enfermedades como el cáncer. Así el Instituto de Investigación en Alimentos del Reino Unido en el 2014 indica que el brócoli protege contra el cáncer al ser una hortaliza rica en betacarotenos y vitamina C, antioxidantes nutricionales que han demostrado poseer una gran capacidad para prevenir el crecimiento de tumores malignos. Además, en su composición tiene tres elementos con capacidad anticancerígena, como son: el indol (indol-3-carbinol), sulforafano y el fenilisotiocianato.

CUADRO 1. VALOR NUTRITIVO Y CONTENIDO CALÓRICO DEL BRÓCOLI

Principios inmediatos		
Componente	Cantidad	Unidad
Agua	89	%
Energía	32	Cal
Proteína	3,6	g
Grasas	0,3	g
Carbohidratos	5,9	g
Sales minerales		
Calcio	103	mg
Fósforo	78	mg
Hierro	1,1	mg
Sodio	15	mg
Potasio	382	mg
Vitaminas		
Tiamina	0,1	mg
Riboflamina	0,23	mg
Niacina	0,9	mg
A. Ascórbico	113	mg
Vitamina C	2500	IU

Alvarado (2007), menciona que el agua y la fibra son la clave para que este alimento sea anticancerígeno y antioxidante (comprobado científicamente), algunos le llaman 'milagroso' y ya se cuentan casos de pacientes de cáncer que han superado la enfermedad siguiendo una dieta a base de brócoli, a pesar de que en nuestro país no existe una cultura de esta hortaliza como en Estados Unidos, por los alarmantes índices de enfermedades cancerígenas se está empezando a consumirlo.

2.2.1.5. Requerimientos generales del cultivo

2.2.1.5.1. Clima

Cerdas (2002), menciona que el Ecuador presenta condiciones ambientales especiales para la producción de esta hortaliza lo que distingue a nuestro producto del resto de la oferta mundial. La posición del país en la línea ecuatorial brinda una mayor luminosidad proporcionándole al brócoli un color verde más brillante. Expone además que las plantas de brócoli casi siempre son más grandes, más resistentes al frío y menos precoces que la coliflor, no resisten el calor cuando la pella se encuentra en formación y la planta florece prematuramente. El brócoli requiere una temperatura de germinación de 7 a 29 °C y un tiempo de 4 a 12 días. La temperatura de crecimiento es de 13 a 24 °C, en semillero demora de 4 a 6 semanas. Una ventaja del Ecuador sobre otros países productores de brócoli es que al no ser éste un cultivo estacional, la temperatura estable alrededor de todo el año es ideal para una producción continua con altos rendimientos. El ciclo de producción es de aproximadamente tres meses, dependiendo de la zona de producción y de los híbridos, lo que permite un cultivo continuo que rinde tres cosechas al año.

2.2.1.5.2. Suelo

2.2.1.5.2.1. Características físicas

Jaramillo (2003), sostiene que los mejores suelos son los de textura intermedia, profundos, con buen drenaje y buena retención de humedad y pH entre 5.7 y 6.5.

Así mismo Haro y Maldonado (2009), mencionan que el brócoli necesita suelos profundos, de textura franca; estructura friable de fácil drenaje, ricos en materia orgánica y con un pH entre 6 y 6.8.

2.2.1.5.2.2. Características químicas

Botanical, (2014) menciona que este cultivo se desarrolla bien en terrenos neutros o ligeramente ácidos, en vez de alcalinos con un pH comprendido entre 6 y 7,5. Cuando se plante en zonas ácidas, se deberán añadir roca caliza al suelo para bajar la acidez. No le gustan los suelos profundos, salinos u arenosos o los lugares donde sopla el viento fuerte en invierno. Prefieren suelos bien trabajados, que hayan sido preparados profundamente hasta los 35 o 40 cm. Mientras se labora antes de la plantación, puede ser conveniente añadir estiércol maduro o compost porque es un tipo de cultivo que necesita nitrógeno. Aunque prefiera los terrenos ricos, el brócoli es muy útil para plantar en terrenos pobres, donde otras verduras u hortalizas no pueden desarrollarse. En este caso se debe enmendar los suelos para hacerlos productivos.

2.2.1.5.3. Luminosidad

Este factor no constituye una limitación crítica para el normal desarrollo del cultivo en la mayoría de casos. La inducción y diferenciación floral de las cabezas ocurre independientemente de la duración del día, porque es una planta de fotoperiodo neutro. Maroto, (2002).

2.2.1.5.4. Humedad y Riego

Ecohortum, (2013) determina que el brócoli debido a sus necesidades de humedad constante necesita de un riego regular evitando siempre el encharcamiento del suelo. Cuando se han formado las flores, se recomienda no regar por encima de ellas para evitar las clásicas podredumbres o la aparición de hongos. Es por eso que lo mejor es el riego por goteo y no por aspersión. En la fase de inducción floral y formación de pella conviene que el suelo se encuentre sin excesiva humedad, pero sí en capacidad de campo.

2.2.1.5.5. Fertilización

Infoagro, (2008) establece que es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorporará un mes o dos antes de la plantación del orden de 400 kg/ha de estiércol bien fermentado. Si es un cultivo de relleno, último en la alternativa anual, no es necesario hacer abonadura. El brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro; en suelos en los que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento. Así también en suelos demasiado ácidos conviene utilizar abonos alcalinos para elevar un poco el pH con el fin de evitar el desarrollo de la enfermedad denominada “hernia o potra de la col”.

CUADRO 2. FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE BRÓCOLI

	% en unidades de fertilizante	kg/ha	unidades de fertilizante/ha
Abonado de fondo			
Sulfato amónico	20	600	120
Superfosfato de cal	18	500	90
Sulfato potásico	50	300	150
Abonado de cobertera			
Nitrato amónico	33.5	300	100

2.2.1.5.6. Distancias de siembra

Según Haro y Maldonado, (2009), las distancias de siembra están en función del número de plantas/ hectáreas que se desea sembrar. Definitivamente esto tiene una correlación estricta con la época del año.

Infoagro, (2014), recomienda que normalmente se emplean unas densidades de 12.000-30.000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0.80-1 m entre líneas y 0.40-0.80 m entre plantas.

En la zona de Izamba las distancias recomendadas para el cultivo de brócoli según Manuel Telenchana agricultor de la zona son de 0,40 m entre plantas y 0,70 m entre hileras. Ya que dentro de la comercialización lo que se busca es tener pellas de gran tamaño y peso. Es por eso que se utilizaron las distancias que se mencionaron anteriormente.

2.2.1.5. 7. Descripción del ciclo vital del brócoli

Jaramillo, (2006) menciona que el ciclo vital del brócoli comprende 4 fases que se detallan a continuación:

Fase juvenil: Durante esta fase, que se inicia con la nacencia, la planta sólo forma hojas y raíces. Su duración varía de 6-8 semanas para las variedades tempranas, en cuyo periodo desarrollan unas 5 a 7 hojas, y de hasta 10-15 semanas para las variedades más tardías, para formar una masa vegetativa de 20 a 30 hojas.

Fase de inducción floral: La planta continúa formando hojas igual que en la fase anterior, pero además se inician cambios fisiológicos encaminados a formar las inflorescencias o pellas. La temperatura es el factor que determina esta variación y su efecto se produce con temperaturas próximas a los 15 °C. Para alcanzar buenos rendimientos e inflorescencias de calidad es fundamental que las plantas hayan logrado, hasta este momento, un buen follaje.

Fase de formación de pellas: La temperatura juega un papel importante en el crecimiento de la inflorescencia. Por debajo de 3-5 °C cesa el crecimiento, mientras que con temperaturas de 8-10 °C el crecimiento es plenamente satisfactorio. El tamaño de pella y su densidad van a determinar el momento óptimo de recolección para cada variedad.

Fase de floración: Las pellas pierden su firmeza y se comienzan a amarillear. Su valor comercial se devalúa significativamente y posteriormente se produce su alargamiento y floración.

2.2.1.6. Plagas

2.2.1.6.1. Gusano Trozador (*Agrotis ípsilon*)

Parker (2000), indica que el "gusano trozador" ataca a las plántulas recién trasplantadas causando daños considerables en vivero. El ataque lo realiza en las raíces, tallos y tejidos jóvenes, causando la muerte de las plántulas. Tiene hábitos de alimentación nocturno y durante el día pasan dentro del suelo junto a las plantas atacadas.

2.2.1.6.2. Falso Minador (*Trichoplusia hubner*)

Haro y Maldonado (2009), mencionan que es un gusano que habita en el brócoli y plantas hospederas como el bledo. El principal daño que causa es la defoliación de la planta.

2.2.1.6.3. Polilla de las crucífera (*Plutella xylostela*)

Haro y Maldonado (2009), señalan que son larvas de lepidópteros de 1 a 1.5 centímetros de largo y de 2- 3 milímetros de diámetro, se ubican en el envés de las hojas donde forma agujeros redondos. El daño que ocasionan no es importante en el área foliar, más bien, cuando no se lo controla puede ingresar en la pella donde sus mordeduras y excrementos deterioran la calidad del producto. El tratamiento se realiza cuando se observan las orugas recién eclosionadas.

2.2.1.6.4. Minadores (*Lyriomiza sp.*)

Haro y Maldonado (2009), señalan que son diminutas moscas, pero quienes causan daños son sus larvas, las mismas que se desarrollan en ambientes húmedos. Estas minan las hojas en la parte media, reduciendo de forma considerable el área fotosintética. Se elimina químicamente con dimethoato.

2.2.1.6.5. Pulgón (*Brevicoryne brassicae*)

Haro y Maldonado (2009), indican que es un insecto pequeño de color gris azulado que por lo general vive en colonias y se ubican en el haz de las hojas o de preferencia en los brotes tiernos. El efecto dañino se puede observar en el interior de las pellas donde forman colonias si no son controladas a tiempo. Se controla químicamente con piretroides.

2.2.1.7. Enfermedades

2.2.1.7.1. Mancha foliar (*Alternaría brassicae*)

La enfermedad inicia con la presencia de puntos café oscuros especialmente en las hojas más viejas, posteriormente los puntos crecen para originar una mancha gris con anillos concéntricos y los bordes de color púrpura o negros, la lesión se rodea de un halo clorótico, con humedad se hacen visibles en la superficie de la lesión un grupo de conidios oscuros. Haro y Maldonado (2009).

2.2.1.7.2. Mancha angular (*Micosphaerella brassicicola*)

Canalagro, (2001) establece que en las hojas viejas se forman unas manchas circulares que pueden alcanzar 2 cm de diámetro, de color oscuro y aspecto acorchado. Y una vez desarrolladas se convierten en lesiones necrosadas y grisáceas, las cuales presentan anillos concéntricos circundados por un halo amarillento y pequeños cuerpos negros correspondientes a fructificaciones del agente causal.

2.2.1.7.3. Mildiu (*Peronospora parasítica*)

Haro y Maldonado, (2009), indican que esta enfermedad se caracteriza por el desarrollo de pequeñas lesiones foliares, primero cloróticas y luego necróticas. En el envés de las hojas se presenta un moho grisáceo de aspecto aterciopelado, en estados avanzados produce un ennegrecimiento interno que compromete el tejido vascular.

2.2.1.7.4. Mal de semillero (*Damping-off*)

Haro y Maldonado, (2009), manifiestan que esta enfermedad es usualmente causada por *Rhizoctonia solani* o una de las varias especies de hongos del suelo del género *Pythium*. La fase más destructiva de esta enfermedad corresponde al denominado tallo alambre que ocurre en plantas jóvenes y se caracteriza por un adelgazamiento del tallo sobre o bajo el nivel del suelo. Las plantas con más de 4 hojas verdaderas no son susceptibles a esta enfermedad.

2.2.1.8. Fisiopatías

Chiriboga F, (2002) establece las siguientes fisiopatías dentro del cultivo de brócoli:

Tallo hueco: producto de un crecimiento irregular o repentino, puede deberse a deltas térmicos, hídricos o altos niveles de nitrógeno, también las bajas densidades favorecen el desarrollo de esta alteración, al igual que la deficiencia de Boro y Calcio; esta deficiencia puede ir acompañada de una decoloración de los tejidos internos, deformación de la inflorescencia, y necrosis de las flores más centrales.

Ojo de gato: la pella presenta manchas blancas y estas zonas son deformes con los corimbos muy unidos, con un porcentaje afectado mayor al 30% la pella ya no se cosecha y es dejada en campo, esta fisiopatía se presenta cuando las condiciones climáticas son adversas y se presentan heladas, algunos híbridos son más susceptibles.

2.2.1.9. Híbridos

Haro y Maldonado (2009) determina que existe una serie de cultivares con un ciclo desde 50 días hasta los 150 días desde el trasplante a la cosecha. Difieren de color, tamaño de la planta, de la pella o inflorescencia y grado de desarrollo de los brotes laterales. De acuerdo a investigaciones efectuadas en la sierra central del Ecuador, los híbridos de brócoli que más se cultiva son: Legacy, Domador, Avenger, Fantástico I.

Según Haro y Maldonado, (2009), los cultivares según el tiempo a la cosecha son:

- Precoz de menos de 85 días a la cosecha
- Intermedios de 86 a 110 días a la cosecha
- Tardío mayor a 110 días de la cosecha.

2.2.1.10. Cosecha

Parker, (2000), recomienda recolectar el brócoli, antes de que las flores amarillas de la cabeza se comiencen a abrir. La cabeza verde oscura debe estar apretada y aplanada en su extremo superior.

Cerdas, (2002), indica que la cosecha se debe hacer de cabezas que sean compactas, que no tengan el grano abierto, sanas, sin daños de plagas o enfermedades, con una longitud total de pella más tallo de unos 15-20 centímetros.

La cosecha debe realizarse de preferencia en las primeras horas de la mañana dependiendo de las temperaturas imperantes, y se repite a los tres o cinco días, con la finalidad de que la inflorescencia mantenga su máxima calidad.

2.2.1.11. Rendimiento

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE BRÓCOLI EN ECUADOR

Provincia	Rendimiento Tm/ha
Cotopaxi	23,50
Pichincha	8,40
Imbabura	9,40
Carchi	9,00
Chimborazo	9,20
Ecuador	14,60

Sica, (2007), menciona que el rendimiento promedio de brócoli en el Ecuador está en alrededor de 15 Tm/ha, pero con un cultivo bien cuidado pueden obtenerse hasta 23 tm/ha como se observa en el Cuadro 3.

2.2.2. Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*)

Clasificación taxonómica

REINO: *Protozoa*

DOMINIO: *Eucariota*

DIVISIÓN: *Myxomycota*

CLASE: *Plasmodiophoromycetes*

ORDEN: *Plasmodiophorales*

GÉNERO: *Plasmodiophora*

ESPECIE: *brassicae*

Haro y Maldonado (2009), manifiestan que esta enfermedad es considerada como la más peligrosa en el cultivo de brócoli; es causada por *Plasmodiophora brassicae* (varias razas). Esta enfermedad se caracteriza porque inicialmente es difícil de distinguir, las hojas se tornan de un verde pálido hasta amarillento y la planta se agobia en días soleados, una vez que ha disminuido la intensidad del sol, aparentemente vuelve a la normalidad. El patógeno estimula a las raíces del brócoli para multiplicarse rápidamente en número y tamaño deformándose por completo.

Agrios, (2005), prescribe que el patógeno es un microorganismo mucilaginoso cuya estructura somática es un plasmodio. Esta estructura produce zoosporangios y esporas de reposo, cuando ambas estructuras reproductoras germinan, producen zoosporas que penetran en los pelos radicales del hospedante y ahí forman un plasmodio. Este, al cabo de algunos días se fragmenta en porciones multinucleadas que forman a su vez un zoosporangio. Los zoosporangios salen del hospedante a través de poros que hay en la pared celular y cada uno de ellos libera de 4 a 8 zoosporas secundarias que producen nuevas infecciones y un nuevo plasmodio el cual produce de nuevo esporas de resistencia que son liberadas al suelo después de haberse producido la desintegración de las paredes celulares del hospedante por la acción de microorganismos secundarios

Velandia J, Galindo R y Ávila de Moreno, (1996) determinaron que la hernia es una enfermedad que afecta prácticamente a todas las crucíferas; se ha observado en los cultivos de repollo y coliflor en el departamento de Caldas y es una de las enfermedades más importantes del repollo, la coliflor y el brócoli en la Sabana de Bogotá y en la región del Oriente de Antioquia. Ha causado pérdidas severas en varios cultivos de los municipios de Mosquera, Funza, Madrid y (Cundinamarca), donde se cultiva alrededor del 80% del repollo y más del 90% de la coliflor y el brócoli que se consumen en el país. Cuando la enfermedad se inicia en el semillero hay una pérdida alta de plántulas durante el trasplante y cuando ocurre en plantas en desarrollo, no hay una adecuada formación de cabezas. La enfermedad disminuye el tamaño de las cabezas y se estima que puede causar disminución del 20 – 50% en los rendimientos.

2.2.2.1. Síntomas

Agrios, (2005) menciona que las plantas atacadas por hernia presentan un tamaño reducido y experimentan un marchitamiento en las hojas exteriores en días calurosos o en las horas del mediodía. Las raíces de las plantas atacadas presentan tumores de tamaño pequeño en raíces absorbentes y grandes en raíces principales. Estos tumores son lisos al principio y posteriormente se oscurecen y se vuelven rugosos. Más tarde se pudren con emanaciones de mal olor, liberando los esporangios del patógeno. El microorganismo ocasiona malformaciones o engrosamiento en la raíz que dificultan la absorción del agua y nutrientes a los órganos de la planta ocasionando retardo en el crecimiento. Los materiales mejorados de repollo, coliflor y brócoli, entre otros, tienen un comportamiento de resistencia o de tolerancia a algunas pero no a todas las razas del patógeno. Velandia, Galindo y Ávila De Moreno, (1992).

2.2.2.2. Condiciones favorables

Acidez del suelo: La enfermedad se desarrolla mejor en suelos ácidos que en alcalinos. Suelos con pH de 5.7 favorecen la germinación de los zoosporangios y la penetración de las zoosporas en las raíces. Por el contrario, la actividad del patógeno decae entre pH de 5.7 y 6.2 y se inhibe por completo a pH igual o mayor de 7.8. Agrios, (2005).

2.2.2.3. Humedad del suelo

La enfermedad es más severa en suelos húmedos que en suelos secos y el desarrollo de la misma tiene lugar cuando el contenido de humedad se encuentra entre el 30 y el 90% de su capacidad de campo, con un óptimo entre 45 y 70%. Agrios, (2005).

2.2.2.4. Temperatura

Agrios, (2005) menciona que la enfermedad se presenta a temperaturas desde 9 hasta 30° C con un desarrollo óptimo entre 18 y 24° C.

2.2.2.5. Control cultural

El patógeno se puede diseminar o llegar a los campos por el uso de agua de riego procedente de otras fincas o veredas donde se haya presentado la enfermedad. Una vez detectada la enfermedad en el campo cultivado, los lotes afectados se deben aislar y no cultivar crucíferas durante 7 a 10 años, para reducir la incidencia de la enfermedad. En lotes afectados se recomienda realizar rotaciones prolongadas con especies diferentes a las crucíferas, tales como solanáceas (tomate, papa), leguminosas (fríjol, arveja, habichuela), cereales (pastos, maíz) u otras hortalizas (zanahoria, remolacha, apio, cilantro, cebolla). Se deben eliminar las plantas afectadas en el campo y las malezas de la familia de las crucíferas que también son susceptibles ya que pueden perpetuar a la enfermedad en el suelo. Velandia J, Galindo y Ávila De Moreno, (1996).

2.2.2.6. Control biológico

Velandia J Galindo y Ávila M, (1992) menciona que el hongo *Trichoderma spp.* actúa contra un amplio número de hongos fitopatógenos transmitidos por suelo y aire. Ha sido usado en el campo e invernadero contra pudriciones en un amplio rango de especies vegetales causadas por *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*, y patógenos formadores de esclerocios como *Sclerotinia*. Se puede decir que el micoparasitismo por *Trichoderma* es un proceso complejo. La primera señal de interacción detectable

muestra un crecimiento quimiotrópico del hongo en respuesta a algún estímulo en la hifa del huésped o hacia un gradiente de químicos producidos por el mismo. Cuando el micoparásito hace contacto físico con su huésped, sus hifas se enrollan alrededor de este o se le adhieren por medio de estructuras especializadas. Además, se ha demostrado que la interacción de *Trichoderma* con su huésped es específica y que está controlada por lectinas presentes en la pared celular de éste. Como un paso posterior penetra al micelio huésped, degradando aparentemente de manera parcial su pared celular. Observaciones al microscopio han permitido sugerir que *Trichoderma* produce y secreta enzimas micolíticas responsables de la degradación parcial de la pared celular de su huésped. Algunos resultados que apoyan esta hipótesis han mostrado que *Trichoderma* produce extra celularmente glucanasas, quitinasas, lipasas y proteasas.

2.2.2.7. Recomendaciones para reducir la incidencia de la enfermedad

IIAP, 2014 determina las siguientes medidas de prevención para reducir la incidencia de *Plasmodiophora brassicae*.

Comprar y sembrar plántulas que no tengan la enfermedad. Hay que asegurarse que las plántulas provengan de semilleros donde no se haya presentado la enfermedad o cuyos substratos que 14 ó 21 días antes de la siembra hayan sido tratados primero con sustancias esterilizantes. Los esterilizantes matan las semillas de malezas y las esporas de microorganismos (patógenos) que enferman las plantas.

Siembre en suelos de buen drenaje donde no se haya presentado la enfermedad.

No utilice gallinazo porque crea condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

No permita que animales o personas provenientes de campos contaminados se paseen por sus tierras. El patógeno puede entrar en las partículas de suelo que ellos transportan.

No riegue su siembra con agua que atraviesa campos contaminados y respetando el tiempo recomendado. El agua en exceso favorece a la enfermedad.

Destruya las malezas crucíferas donde también vive el patógeno, a fin de evitar que de ellas la enfermedad se pase a las crucíferas que usted cultiva.

Ejecute un programa de rotación de cultivos durante un período de 7 a 10 años, sin utilizar ninguna planta crucífera.

Ajuste el pH del suelo a 7,2 o más. La acción de subir el pH proporciona un buen control de la enfermedad porque en esas condiciones las esporas de resistencia no germinan o son muy pocas las que lo hacen y en consecuencia, no nacen las esporas móviles (zoosporas) que infectan las raíces. Las medidas para corregir el pH, deben ser aplicadas por lo menos 6 semanas antes del transplante.

2.2.3. Agroamonio

Ecoagro, (2014) menciona que es un fungicida bactericida que controla hongos y bacterias que viven en el suelo y follaje como Fusarium, Esclerotinia, Hongos Ascomicetos, Deuteromicetos, Basidiomicetos y Agrobacterium.

Ingrediente activo:

Dimetil amonio líquido ----- 50%

Vehículo estabilizante ----- 50%

Este plaguicida está sujeto a los requisitos señalados en la ley No.- 073. Registro oficial 442 de 1990-05-22 REG - MAG 02120720 SESA – U.

Compatibilidad:

Es compatible con todos los agroquímicos y agro-orgánicos. Sin embargo se recomienda hacer pruebas de compatibilidad.

Aviso al comprador:

El fabricante garantiza la composición y la calidad del producto. No se responsabiliza el uso imprudente, excesivo o indebido por parte del consumidor.

CUADRO 4.- INSTRUCCIONES PARA EL USO DE AGROAMONIO

Cultivo	Enfermedad	Dosis
Papas	Rhizoctonia, lanchas	1,5 cc/litro
Tomate de árbol	Pudrición de raíz y tallo	1,5 cc/litro
Tomate riñón	Fusarium, Pudriciones	1,5 cc/litro
Cebolla	Pudrición y Amarillamiento	1,5 cc/litro
Fresa	Pudriciones radiculares	1,5 cc/litro
Mora	Muerte descendente	1,5 cc/litro
Hortalizas	Pudriciones, Fusarium	1,5 cc/litro
Habas, arvejas	Pudriciones radiculares, Mancha chocolate	1,5 cc/litro
Pacifloraceas	Necrosamiento de tallos, hojas y pudriciones radiculares.	1,5 cc/litro
Babaco		
Papaya		
Banano	Fusarium, Sigatoka	1,5 cc/litro
Cacao	Escoba de bruja	1,5 cc/litro
Semillero	Mal de semillero	0,5 cc/litro

Dosis general: 1,5 – 3 cc/ha cada 8 a 24 días

Advertencia:

Evitar la inhalación y el contacto con la piel. No inhalar, no ingerir. En caso de intoxicación el tratamiento es sintomático.

2.2.4. Forti-raiz

Ecoagro, (2014), menciona que Fortiraíz es un poderoso estimulante para formar un mejor sistema radicular en las plantas. Para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes. Información reciente indica que las aplicaciones foliares o terminales de sustancias de crecimiento, fomentan eficazmente el enraizamiento.

Las raíces que surgen luego de aplicaciones foliares de los reguladores de crecimiento contenidos en FORTI-RAIZ, son de origen similar a las producidas normalmente por la planta.

Los reguladores de crecimiento que componen el FORTI-RAIZ, contienen una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como el IBA (ácido indol butírico) y el IAA (ácido indol acético).

Experiencias recientes en cultivos de arroz de riego, produjeron extraordinarios resultados al aplicar FORTI-RAIZ en aspersiones foliares entre los 12 y 15 días del período vegetativo del cultivo con las primeras aplicaciones de plaguicidas, en dosis de 500 gramos por hectárea.

NOTA. Para aplicaciones menores, disuelva entre 20 y 30 gramos de Forti - raíz por bomba de 20 litros.

Composición:

Acido 1 alfa naftalen acético ----- 0.4%

Ingredientes inertes -----99.6 %

2.3. HIPÓTESIS

La aplicación en mezcla de Agroamonio y Fortiraíz disminuye la incidencia de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli

2.4. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.4.1. Variable independiente

- Dosis enraizante y fungicida

Dosis de aplicación de Agroamonio (Fungicida)

Dosis de aplicación de Fortiraíz (Enraizante)

2.4.2. Variable dependiente

- Incidencia de la hernia de las crucíferas
- Producción

Altura de la planta a la cosecha

Diámetro ecuatorial de la pella a la cosecha

Peso de la pella a la cosecha

Rendimiento de cada uno de los tratamientos.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La operacionalización de variables de los factores en estudio se muestra en el cuadro 5.

CUADRO 5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. Variable independiente

Categoría	Concepto	Indicador	Índice
Agroamonio	Fungicida bactericida que controla los hongos y bacterias presentes en el suelo y follaje.	Dosis 1	1,0 cc/l
		Dosis 2	2,0 cc/l
		Dosis 3	3,0 cc/l
Fortiraíz	Estimulante que ayuda a formar un mejor sistema radicular en las plantas.	Dosis 1	1,5 g/l
		Dosis 2	3,0 g/l
		Dosis 3	4,5 g/l

2.5.2. Variable dependiente

Categoría	Concepto	Indicador	Índice
Hernia de las crucíferas	Grave enfermedad de las crucíferas, producida por un hongo que ataca principalmente al sistema radicular y provoca alteraciones en la planta.	Incidencia	%
Producción	Actividad destinada a la elaboración u obtención de productos agrícolas y que requiere de distintos factores como la tierra, capital y el trabajo.	Altura	cm
		Peso	kg
		Diámetro ecuatorial	cm
		Rendimiento	kg/ha

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Enfoque de la investigación

El presente proyecto tiene un enfoque de predominio cuali - cuantitativo porque presenta variables como la recolección de datos y se consideró las variables de recolección y análisis de datos para comprobar la hipótesis que se planteó mediante un análisis crítico.

3.1.2 Modalidad de la investigación

Explicativa porque se busca las causas de la enfermedad.

Campo.- el presente ensayo se realizó en el campo, en una parcela de terreno determinada.

3.1.3 Tipo de investigación

Bibliográfica.- Facilitó el análisis y evaluación de esta investigación mediante el uso de libros, revistas, folletos, artículos e internet.

Experimental.- Permitió delimitar y definir el objeto de la investigación, comprobar la hipótesis mediante un diseño experimental y llegar a tener conclusiones.

3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo de campo se realizó en la parroquia Izamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Ubicada en las coordenadas geográficas: 1° 14' 0" Sur y 78° 35' 0" longitud Oeste, a la altitud de 2570 m.s.n.m.

3.3 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

3.3.1. Clima

El sector de Izamba presenta una temperatura media de 15,7 °C, una humedad relativa media de 70,5% y con una velocidad del viento de 9,15 km/h.

3.3.2. Suelo

Los suelos del sector son profundos, de textura media, de fácil drenaje y ricos en materia orgánica. Correspondiendo a la textura franco arenosa según el triángulo de clasificación de la USDA.

3.4.- FACTORES DE ESTUDIO

3.4.1. Dosis en mezcla

3.4.1.1. Fungicida (Agroamonio)

1,0 cc/l	F1
2,0 cc/l	F2
3,0 cc/l	F3

3.4.1.2. Enraizante (Fortiraiz)

1,5 g/l	E1
3,0 g/l	E2
4,5 g/l	E3

3.4.2. Testigos

Se establecieron dos unidades experimentales testigos, el testigo uno (T1) donde no se realizó la aplicación de ningún producto, y el testigo (T2) que se manejó con la tecnología convencional o del agricultor.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente ensayo se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial $3 \times 3 + 2$, con análisis grupal, con tres repeticiones.

3.5.1 ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Bloques	2
Tratamientos	10
Entre grupos	4
Dentro de F1	2
Dentro de F2	2
Dentro de F3	2
Error Experimental	20
Total	32

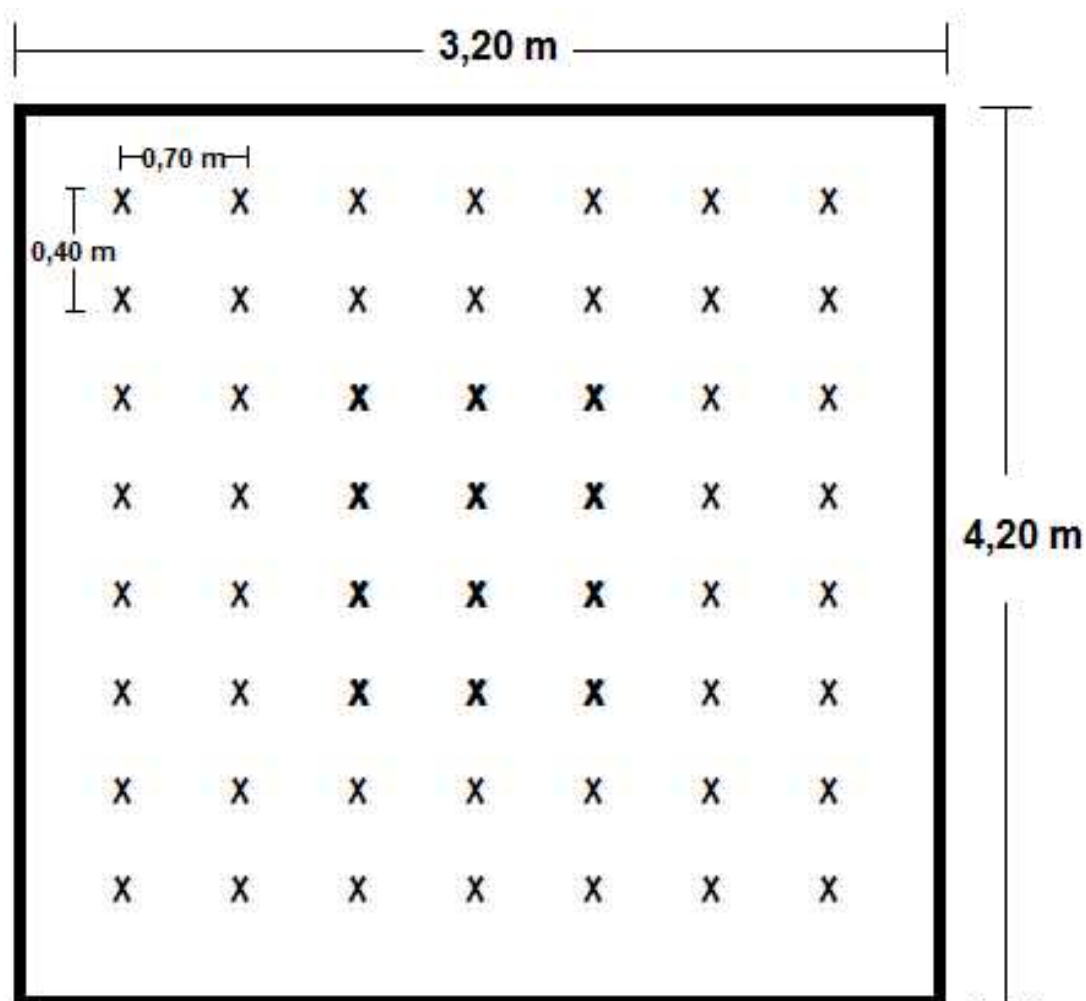
3.6. TRATAMIENTOS

No.-	Símbolo	Productos alternativos (agroamonio + fortiraiz)	Dosis cc/l
1	F1E1	dosis 1 + dosis 1	1,0 + 1,5
2	F1E2	dosis 1 + dosis 2	1,0 + 3,0
3	F1E3	dosis 1 + dosis 3	1,0 + 4,5
4	F2E1	dosis 2 + dosis 1	2,0 + 1,5
5	F2E2	dosis 2 + dosis 2	2,0 + 3,0
6	F2E3	dosis 2 + dosis 3	2,0 + 4,5
7	F3E1	dosis 3 + dosis 1	3,0 + 1,5
8	F3E2	dosis 3 + dosis 2	3,0 + 3,0
9	F3E3	dosis 3 + dosis 3	3,0 + 4,5
10	T1	Testigo absoluto	-
11	T2	Testigo con metodología convencional	-

3.7. DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO

I	II	III
F2E3	F2E1	F3E1
F3E3	F3E2	F2E2
F2E1	F2E3	F1E2
T2	F1E1	F3E2
F1E1	F3E3	T1
F3E2	T2	F2E3
F2E2	F1E3	F1E1
T1	F3E1	F2E1
F1E3	F2E2	T2
F3E1	F1E2	F3E3
F1E2	T1	F1E3

Esquema de una parcela:



Área total del ensayo:	783,52 m ²
Unidad experimental:	13,44 m ²
Área de caminos:	340 m ²
Número de tratamientos:	11
Número total de parcelas:	33
Largo de la unidad experimental:	4,20 m
Ancho de la unidad experimental:	3,20 m
Número de surcos por parcela:	7
Distancia entre surcos:	0,70 m
Distancia entre plantas:	0,40 m
Número de plantas por surco:	8

Número de plantas por parcela:	56
Distancia entre repetición:	1 m
Distancia entre parcelas:	1 m
Número de plantas en el ensayo:	1848
Número de planta a evaluar:	396

3.8. DATOS TOMADOS

3.8.1 Altura de la planta

La altura de planta se determinó en 12 plantas de la parte central de cada tratamiento dos días previos a la cosecha, midiendo desde la base del suelo hasta el ápice de la última hoja con la ayuda de un flexómetro.

3.8.2 Peso de la pella

En cada uno de los tratamientos y repeticiones se pesaron las mismas 12 plantas, los pesos fueron registrados al momento de la cosecha, para lo cual se utilizó una balanza digital.

3.8.3 Diámetro ecuatorial de la pella

Al momento de la cosecha, se tomó el diámetro ecuatorial de 12 pellas de las plantas de la parcela neta, utilizando dos tablillas a los lados con la ayuda de una regla.

3.8.4 Incidencia de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*)

La incidencia se determinó dos días antes de la cosecha de 12 raíces aplicando la fórmula que se presenta a continuación, se expresó en tanto por ciento.

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

3.8.5 Rendimiento

El rendimiento correspondió al peso de las pellas cosechadas en el total de plantas de la parcela. Los valores se expresaron en kg/ha.

3.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION RECOLECTADA

3.9.1. Tabulación y/o gráfica de los datos obtenidos

Los datos que arrojó la investigación se procesaron y tabularon de acuerdo a las necesidades de análisis.

3.9.2. Análisis Económico

Se realizó el análisis económico de cada uno de los tratamientos, mediante la relación beneficio costo.

3.9.3. Verificación de la hipótesis

La hipótesis se verificó en base al análisis estadístico que se realizó tomando en consideración la incidencia presente en los tratamientos y el número de plantas por m².

3.10 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.10.1. Ubicación del ensayo

El presente ensayo se ubicó en la propiedad del S.r Manuel Telenchana, en el sector de Izamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Las coordenadas geográficas: 1° 14' 0" Sur y 78° 35' 0" longitud Oeste, a la altitud de 2570 m.s.n.m. La temperatura fluctúa entre 8 - 23 °C, una humedad relativa de 77 %.

3.10.2. Toma de muestra para análisis de suelo

En el lote del ensayo se tomaron varias submuestras de suelo, para obtener una muestra la cual fue enviada al laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, para su análisis y utilizarla para realizar la fertilización. Los resultados se encuentran anexados al final del documento.

3.10.3. Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se utilizó un tractor el mismo que realizó la operación de rastrado y surcado para dejar el suelo bien mullido y listo para la siembra.

3.10.4. Adquisición de las plantas

Se realizó la compra de las plantas de brócoli, variedad Avenger en la parroquia de Izamba las mismas que se propagan en la zona. Las plántulas tuvieron cuatro hojas verdaderas, con una altura de 10 cm y libres de enfermedades y plagas.

3.10.5. Trasplante

El trasplante se realizó con el suelo en capacidad de campo a una distancia de 0,40 m entre plantas y a 0,70 m entre hileras, para ello se utilizó una pala de sembrar.

3.10.6. Abonadura orgánica

Un mes antes del inicio del ensayo, se realizó la incorporación de materia orgánica (estiércol de pollos bien descompuesto) utilizando la dosis de 1 kg/m^2

3.10.7. Obtención de los productos químicos

Se realizó la compra del fungicida (Agroamonio) y enraizante (Fortiraiz), para su respectiva aplicación.

3.10.8. Aplicación de tratamientos

Se realizó la aplicación de las dosis correspondientes al fungicida (Agroamonio) y enraizante (Fortiraíz) a los 20, 40 y 60 días a partir del trasplante, es decir durante todo el ciclo del cultivo se realizaron tres aplicaciones.

3.10.9. Deshierbas

Las deshierbas se realizaron al observar la presencia de malezas en la superficie del ensayo, utilizando azadón y arrojando la tierra a las plantas para evitar que sufran acame; esta labor se realizó a los 30 y 60 días del trasplante.

3.10.10. Riegos

Los riegos fueron gravitacionales por surcos con frecuencia de 12 días. En época de lluvia se realizó cada quince días, completando así 8 riegos durante todo el ensayo.

3.10.11. Controles Fitosanitarios

Se realizaron aplicaciones preventivas utilizando Nemm X (Aceite de Nemm) en dosis de 1cc/l, luego del trasplante.

Cuando el cultivo alcanzó 40 días se aplicó Fosetyl Al 80 PM (Fosetil Aluminio) con una dosis de 1,0 g/l. A los 65 días se aplicó Iprodione 50 PM (Iprodione) en una dosis de 1 g/l.

3.10.12. Cosecha

Una vez de que la pella de brócoli alcanzó su madurez comercial (antes que se abran las inflorescencias) se procedió a la cosecha manual usando un cuchillo, procediendo a cortar cada una de las pellas separándola de las hojas.

3.10.14. Procesamiento de datos

Los datos recolectados en el trabajo de campo se procesaron mediante la utilización del programa Infostad.

3.10.15. Análisis e interpretación de datos

Se tabularon los datos obtenidos y se aplicaron en cada uno de ellos los métodos de análisis e interpretación.

3.10.16. Elaboración del informe

Recolectados todos los datos bibliográficos y de campo se realizó el informe final.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. Altura de la planta

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	5,38	2	2,69	0,63 ns
Tratamientos	652,71	10	65,27	15,18 **
Grupos	613,85	4	153,46	32,99 **
Dentro de F1	9,67	2	4,83	1,23 ns
Dentro de F2	2,14	2	1,07	0,26 ns
Dentro de F3	27,06	2	13,53	2,48 ns
Error	86,02	20	4,30	
Total	744,12	32		

Coefficiente de variación = 6,82%

ns = No significativo

** = Altamente significativo

En el cuadro 6, con los valores del anexo 1, se realizó el análisis de varianza de la variable altura de la planta al momento de la cosecha, observándose que para la mayoría de las fuentes de variación no se encontró significación estadística a excepción de tratamientos y grupos, que presentaron alta significación estadística al 1%. El coeficiente de variación fue de 6,82%, aceptable para ensayos de campo.

CUADRO 7. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA

Tratamientos	Medias (cm)	Rangos
F3E3	34,59	a
F1E3	33,74	a
F2E1	33,40	a
F2E3	32,51	a
F2E2	32,27	a
F1E1	32,07	a
F3E1	31,73	a
F1E2	31,25	a
F3E2	30,44	a
T2	21,83	b
T1	20,75	b

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 7) para tratamientos en la variable altura de la planta, se observan dos rangos de significación. El tratamiento que reportó mayor altura fue el tratamiento F3E3 (Agroamonio 3 cc/l; Fortiraíz 4,5 g/l), con un total de 34,59 cm, mientras que el tratamiento T1 (testigo absoluto), presentó menor altura con 20,75 cm.

CUADRO 8. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA GRUPOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA

Tratamientos	Medias (cm)	Rangos
G2	32,73	a
G1	32,36	a
G3	32,25	a
G5	21,83	b
G4	20,75	b

La prueba de Tukey al 5% (cuadro 8), dentro de los grupos establecidos se observan dos rangos de significación. El grupo que reportó mayor altura fue el G2 (Agroamónio 2cc/l; Fortiraíz 1,5 g/l, 3 g/l y 4,5 g/l); con un total de 32,73 cm, mientras que el grupo G4 (T1= testigo absoluto) presentó menor altura con 20,75cm.

Conforme a los resultados registrados de la aplicación de dosis de Agroamónio y Fortiraíz en el cultivo de brócoli permite concluir que estos inciden directamente en el desarrollo de la planta ya que con la dosis F3E3 (Agroamónio 3 cc/l, Fortiraíz 4,5 g/l), se obtiene un valor promedio de 34,59 cm. Por lo que es posible inferir que la aplicación de Fortiraíz permite un mejor desarrollo de la planta debido a que posiblemente induce la formación de nuevas raíces y Agroamónio disminuye el ataque de enfermedades, esto corrobora lo anotado por Ecoagro (2014) que señala que en ensayos realizados el ácido 1 alfa naftalen acético combina el aporte de nutrientes con la acción hormonal para inducir primero el enraizamiento y después el desarrollo radicular estimulando la división celular. Así favorece la absorción de los nutrientes (macro y micro) que contiene el suelo, con lo que se consigue un mayor desarrollo de la planta en general. Por otra parte Agroamónio con Alquil dimetil amonio controla hongos y bacterias presentes en el suelo permitiendo a la planta un desarrollo uniforme. En un estudio realizado por Red Agrícola (2013), con el tema: “La raíz es el cerebro de la planta” determina que las raíces cumplen un evidente rol como ancla y soporte mecánico del desarrollo aéreo y además la función crítica de absorber agua y nutrientes. Pero así mismo las raíces cumplen funciones relevantes como órganos de acumulación de nutrientes de reserva, las que le permitirán a la planta producir por ejemplo citoquinina, señal hormonal que sube a estimular el crecimiento de los órganos de la parte aérea de la planta; obteniendo así un mayor crecimiento del tallo y de las hojas y consecuentemente mayor altura de la planta.

4.1.2. Diámetro de la pella

En el cuadro número 9, se observa el análisis de varianza de la variable diámetro de la pella efectuado con los valores del anexo 2, donde se puede observar que para la mayoría de las fuentes de variación no se encontró significación estadística a excepción de tratamientos y grupos para los que se encontró un rango significativo estadístico del 1%. El coeficiente de variación fue de 10,37%.

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LA PELLA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	8,13	2	4,06	2,03 ns
Tratamientos	139,04	10	13,90	6,94 **
Grupos	118,92	4	29,73	12,18 **
Dentro G1	8,69	2	4,34	1,61 ns
Dentro G2	0,34	2	0,17	0,11 ns
Dentro G3	11,09	2	5,54	1,79 ns
Error	128,15	20	6,41	
Total	281,73	32		

Coefficiente de variación = 10,37%

ns= No significativo

** = Altamente significativo

CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE LA PELLA

Tratamientos	Medias (cm)	Rangos
F3E3	16,31	a
F2E1	14,82	a b
F1E1	14,80	a b
F2E2	14,66	a b
F1E3	14,65	a b
F2E3	14,35	a b
F3E2	14,18	a b
F3E1	13,78	a b
F1E2	12,65	a b
T1	11,75	b c
T2	8,25	c

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 10) para tratamientos en la variable diámetro de la pella, se observan tres rangos de significación. El tratamiento que reportó mayor diámetro de la pella fue el F3E3 (Agroamonio 3 cc/l; Fortiraíz 4,5

g/l), con un total de 16,31 cm, mientras que el tratamiento T2 (Testigo con metodología convencional), presentó un menor diámetro de la pella con 8,25 cm.

CUADRO 11. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA GRUPOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE LA PELLA.

Tratamientos	Medias(cm)	Rangos
G3	14,76	a
G2	14,61	a
G1	14,03	a b
G4	11,75	b
G5	8,25	c

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 11) dentro del análisis entre grupos; el Grupo G3 (F3E1 – F3E2 – F3E3) (Agroamonio 3 cc/l; Agroamonio 1,5 g/l, 3g/l, 4,5 g/l), reportó un mayor diámetro de la pella con 14,76 cm, mientras que el grupo G5, (T2) (Testigo con metodología convencional), mostró un menor diámetro de la pella con 8,25 cm.

Los valores observados dentro de la variable diámetro de la pella, permite determinar que la aplicación de Agroamonio y Fortiraíz en el cultivo de brócoli produjeron diferencias en el tamaño de las pellas así Agroamonio (3 cc/l) y Fortiraíz (4,5 g/l) permitieron obtener un promedio de 16,31 cm y con las aplicaciones de T2 donde se aplicó la tecnología convencional, el desarrollo de las pellas no fue el requerido para el mercado. La aplicación de Fortiraíz y Agroamonio promovieron un mejor desarrollo de las plantas incidiendo directamente en el tamaño de las pellas debido a que existe un mejor desarrollo radicular producto del control de la enfermedad y la inducción de formación de raíces. En un estudio realizado por Red Agrícola (2013), con el tema: “La raíz es el cerebro de la planta” menciona que en el caso de las hortalizas se reconoce una relación directa entre la masa radicular y el desarrollo de la parte aérea ya que se ha observado que a mayor masa radicular mayor el grosor del tallo y más capacidad de traslocación, por lo que aumenta el área de las hojas, lo que favorece la fotosíntesis y aumenta el calibre de los frutos.

Esa relación directa entre sistema radicular y expresión vegetativa provoca una mayor absorción de agua y nutrientes e incrementa el suplemento hormonal desde la raíz a la parte aérea, lo que favorece el desarrollo foliar y consecuentemente la cantidad de fotoasimilados que pueden irse a los frutos y a la raíz.

4.1.3. Peso de la pella

En el análisis de varianza de la variable peso de la pella (cuadro 12), se pueden observar diferencias estadísticas, resultados obtenidos con los valores del anexo 3. Los tratamientos, dentro de G2 y G3 tienen un nivel altamente significativo al 1% y dentro de grupos presenta un nivel significativo al 5%. El coeficiente de variación fue de 8,10%.

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	0,00044	2	0,00022	0,17 ns
Tratamientos	0,21	10	0,02	16,10 **
Grupos	0,08	4	0,02	3,75 *
Dentro F1	0,01	2	0,003	1,39 ns
Dentro F2	0,02	2	0,01	16,02 **
Dentro F3	0,10	2	0,05	39,21 **
Error	0,03	20	0,0013	
Total	0,30	32		

Coeficiente de variación = 8,10%

ns = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Tratamientos	Medias (kg)	Rangos
F3E3	0,64	a
F2E3	0,53	b
F1E3	0,47	b c
F3E2	0,44	b c d
F2E1	0,43	b c d
F2E2	0,43	c d
F1E1	0,42	c d
F1E2	0,41	c d
F3E1	0,41	c d
T1	0,37	c d
T2	0,34	d

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 13) para tratamientos en la variable peso de la pella, se observan cuatro rangos de significación. El tratamiento que reportó mayor peso fue el F3E3 (Agroamonio 3g/l; Fortiraíz 4,5g/l), con un total de 0,64 kg, mientras que el tratamiento T2 (Testigo con metodología convencional), presentó un menor peso de la pella, que fue 0,34 kg.

CUADRO 14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5 % PARA GRUPOS EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Tratamientos	Medias (kg)	Rangos
G3	0,50	a
G2	0,46	a b
G1	0,43	a b c
G4	0,37	b c
G5	0,34	c

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 14) para grupos en la variable peso de la pella, se observan tres rangos de significación. El grupo que reportó mayor peso fue el G3 (F3E1 – F3E2 – F3E3; Agroamonio 3g/l; Fortiraíz 1,5g/l; 3,0 g/l;4,5 g/l), con un total de 0,50 kg, mientras que el grupo G5 (Testigo con metodología convencional), presentó menor peso de la pella con 0,34 kg.

CUADRO 15. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% DENTRO DE F2 EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Tratamientos	Medias (kg)	Rangos
E3	0,53	a
E1	0,43	b
E2	0,43	b

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 15) dentro de F2 en la variable peso de la pella, se observan dos rangos de significación. El tratamiento E3 (Fortiraíz 4,5 g/l) reportó mayor peso con 0,53 kg, mientras que el tratamiento E2 (Fortiraíz 3,0 g/l), presentó menor peso de la pella con 0,43 kg.

CUADRO 16. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% DENTRO DE F3 EN LA VARIABLE PESO DE LA PELLA

Tratamientos	Medias (kg)	Rangos
E3	0,64	a
E2	0,44	b
E1	0,41	b

La prueba de significación de Tukey al 5 % (cuadro 16) dentro de F3 en la variable peso de la pella presentó con E3 (Fortiraíz 4,5g/l) mayor peso de la pella con 0,64 kg, mientras que E1 (Agroamonio 3g/l; Fortiraíz 4,5g/l), presentó menor peso de la pella con 0,41kg.

Examinando los resultados de los diferentes tratamientos, se observó un mejor desarrollo de las pellas y por consiguiente un mayor peso; pues el tratamiento T2, donde se aplicó metodología convencional no obtuvo el peso adecuado llegando apenas a 0,34 kg, es así que con la aplicación de Agroamonio 3cc/l y Fortiraíz 4,5 g/l, obtuvimos un incremento considerable del peso de la pella llegando a un promedio de 0,64 kg, por lo que es posible inferir que la aplicación de Agroamonio y Fortiraíz tienen una acción directa sobre la ganancia de peso en las plantas consiguiendo un mayor tamaño. Al respecto Folia Amazónica (2005) en el estudio realizado determina que dentro de los beneficios del uso de enraizantes es que incrementa el número de pelos absorbentes mejorando la capacidad de absorción de nutrientes y agua, otorga mayor tolerancia a situaciones de stress desarrolladas por patógenos que se encuentran en el suelo. Permite además una alta relación de auxinas y citoquininas y si el mayor número de raíces aumenta la absorción de nutrientes, incrementa el desarrollo foliar y por tanto el aumento en la producción de las cosechas.

4.1.4 Incidencia de la enfermedad

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

Fuente de variación	Suma de cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Bloques	44,41	2	22,21	24,68 **
Tratamientos	292,72	10	29,27	32,53 **
Grupos	108,41	4	27,10	3,08 ns
Dentro F1	92,13	2	46,07	15,92 **
Dentro F2	38,42	2	19,21	5,51 *
Dentro F3	53,75	2	26,88	11,95 **
Error	18,00	20	0,90	
Total	355,13	32		

Coefficiente de variación = 6,14%

* = Significativo

** = Altamente significativo

Con los valores del anexo 4 se realizó el análisis de varianza de la variable incidencia de la enfermedad (cuadro 17), se puede observar que existe una alta significación para las fuentes de variación: bloques, tratamientos, dentro de los grupos 1 y 3, así como se encontró significación estadística al 1% para grupos y dentro de G2. El coeficiente de variación fue de 6,14%

CUADRO 18. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

Tratamientos	Medias (%)	Rangos
F3E3	10,63	a
F3E2	12,86	a b
F2E3	13,01	a b
F2E2	13,81	b c
T2	14,94	b c d
F1E3	15,05	b c d e
T1	16,00	c d e
F3E1	16,56	c d e
F1E1	16,76	d e
F2E1	17,74	e
F1E2	22,53	f

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 18) para tratamientos en la variable incidencia de la enfermedad, se observan seis rangos de significación. El tratamiento que reportó menor incidencia fue el F3E3 (Agroamónio 3cc/l; Fortiraiz 4,5 g/l), con un total de 10,63 %, mientras que el tratamiento F1E2 (Agroamónio 1cc/l Fortiraiz 3g/l), presentó una mayor incidencia con 22,53%.

En la prueba de significación Tukey al 5% (cuadro 19) dentro de F1 en la variable incidencia de la enfermedad, se observan dos rangos de significación. El tratamiento que reportó menor incidencia fue E3 (Fortiraiz 4,5 g/l), con un total de

15,05%, mientras que el tratamiento E1 (Fortiraíz 1,5g/l), presentó mayor incidencia con 22,53%.

CUADRO 19. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% DENTRO DE F1 EN LA VARIABLE INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

Tratamientos	Medias (%)	Rangos
E3	15,05	a
E2	16,76	a
E1	22,53	b

CUADRO 20. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% DENTRO DE F2 EN LA VARIABLE INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

Tratamientos	Medias (%)	Rangos
E3	13,01	a
E2	13,81	a b
E1	17,74	b

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 20) dentro de F2 en la variable incidencia de la enfermedad, se observan dos rangos de significación. El tratamiento que reportó menor incidencia fue E3 (Fortiraíz 4,5 g/l), con un total de 13,01%, mientras que el tratamiento E1 (Fortiraíz 1,5g/l), presentó mayor incidencia con 17,74%.

CUADRO 21. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% DENTRO DE F3 EN LA VARIABLE INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

Tratamientos	Medias (%)	Rangos
E3	10,63	a
E2	12,86	a b
E1	16,56	b

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 21) dentro de F3 en la variable incidencia de la enfermedad, se observan tres rangos de significación. El tratamiento que reportó menor incidencia fue E3 (Fortiraíz 4,5 g/l), con un total de 10,63%, mientras que el tratamiento E1 (Fortiraíz 4,5 g/l), presentó mayor incidencia con 16,56%.

Evaluando los resultados de la variable incidencia de la enfermedad al final del cultivo es posible deducir que la aplicación de Agroamonio y Fortiraíz para reducir la incidencia de la hernia de las crucíferas reportaron mejores resultados que el testigo absoluto y el testigo con tecnología convencional. Fue así que las plantas que se desarrollaron de una mejor manera reportaron menor incidencia que los demás tratamientos.

En este caso con Agroamonio 3 cc/l y Fortiraíz 4,5 g/l presentaron una incidencia de apenas 10,63 %. Hernández J, (2006), determinó que las enfermedades del suelo son frecuentes y su severidad varía de una región a otra dependiendo de las condiciones ambientales prevalentes y el historial agrícola de campo. Además que provoca grandes pérdidas económicas cuando la incidencia de las enfermedades supera los límites permitidos.

Ecoagro, (2014) señala que Agroamonio es un fungicida bactericida que controla hongos y bacterias que viven en el suelo y follaje como Fusarium, Esclerotinia, Hongos Ascomicetos, Deuteromicetos, Basidiomicetos y Agrobacterium, combatiendo efectivamente la hernia de las crucíferas.

4.1.5 Rendimiento

En el cuadro número 22, se observa el análisis de varianza de la variable rendimiento (anexo 5), se puede observar que para Tratamientos se encontró un nivel significativo al 5%, y dentro de F2 y F3 tienen una alta significación estadística al 1%. El coeficiente de variación fue 14,68%.

CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de F
Bloques	7801318,57	2	3900659,28	0,72ns
Tratamientos	262993740,88	10	26299374,09	4,87*
Grupos	417625231,76	4	15476190,46	1,39ns
Dentro F1	30952380,92	2	15476207,14	1,39ns
Dentro F2	112585033,96	2	56292516,98	16,02**
Dentro F3	502380952,19	2	251190476,09	39,21**
Error	108023472	20	5401173,63	
Total	378818531,99	32		

Coeficiente de variación = 14,68%

ns = No significativo

** = Altamente significativo

* = Significativo

CUADRO 23. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos	Medias (kg/ha)	Rangos
F3E3	22882,94	a
F2E3	19025,79	a b
F1E3	16700,40	a b c
F3E2	15697,42	b c
F2E1	15352,18	b c
F2E2	15268,85	b c
F1E1	14856,15	b c
F1E2	14827,38	b c
F3E1	14529,76	b c
T1	13039,68	b c
T2	11962,30	c

En la prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 23) para tratamientos en la variable rendimiento, se observaron tres rangos de significación. El tratamiento que reportó mayor rendimiento fue F3E3 (Agroamonio 3cc/l; Fortiraíz 4,5 g/l), con un total de 22882,94 kg/ha, mientras que el tratamiento T2 (Testigo con la tecnología convencional), presentó menor rendimiento con 11962,30 kg/ha.

CUADRO 24. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA GRUPOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos	Medias (kg/ha)	Rangos
G3	35476,19	a
G2	33095,24	a b
G1	30952,38	a b c
G4	26190,48	b c
G5	24047,62	c

La prueba de Tukey al 5% (cuadro 24) dentro de Grupos se observaron tres rangos de significación. G3 (F3E1, F3E2, F3E3), (Agroamonio 3 cc/l; Fortiraíz 1,5 g/l, 3 g/l, 4,5 g/l), es el grupo que reportó mayor rendimiento con 35476,19 kg/ha, mientras que el grupo G5 (Testigo con la tecnología convencional), presentó menor rendimiento con 24047,62 kg/ha.

CUADRO 25. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% DENTRO DE F2 EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos	Medias (kg/ha)	Rangos
E3	38095,24	a
E1	30714,29	b
E2	30476,19	b

La prueba de Tukey al 5% (cuadro 25) dentro de F2, presentaron dos rangos de significación, así E3 (Fortiraíz 4,5 g/l), reportó mayor rendimiento con 38095,24 kg/ha, mientras que E2 (Fortiraíz 3,0 g/l) presentó menor rendimiento con 30714,29 kg/ha.

CUADRO 26. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% DENTRO DE F3 EN LA VARIABLE RENDIMIENTO.

Tratamientos	Medias (kg/ha)	Rangos
E3	45952,38	a
E2	31428,57	b
E1	29047,62	b

La prueba de Tukey al 5% (cuadro 26) en el análisis dentro de F3 se determinó dos rangos de significación. E3 (Fortiraíz 4,5 g/l), fue el tratamiento que reportó mayor rendimiento con 45952,38 kg/ha, mientras que E1 (Fortiraíz 1,5 g/l), presentó menor rendimiento con 29047,62 kg/ha.

Una vez evaluados los resultados del rendimiento, es posible deducir que Agroamonio y Fortiraíz, produjeron grandes diferencias en el tamaño, peso y por ende el rendimiento del cultivo de brócoli debido a un mejor desarrollo radicular producto del control de la enfermedad *Plasmodiophora brassicae* y la formación de un mejor sistema radicular. Osorio R, (2006) menciona que uno de los factores que afectan el rendimiento de los cultivos es el control de plagas y enfermedades, bien sea de carácter preventivo (antes de que se presente) o combativo (ya presentes en el cultivo). Las plagas y enfermedades afectan el crecimiento y producción de las plantas, por lo que su control es necesario para la obtención de buenos rendimientos. Además Ecoagro (2014) indica que Agroamonio y Fortiraíz por ser compatibles con todos los agroquímicos y agro- orgánicos pueden ser aplicados para mejorar las condiciones del suelo e imponer el crecimiento de la plántula gracias a que actúa de forma más efectiva que otros homólogos como el ácido indol butírico (IBA) y el ácido indol acético (IAA), incrementando la desinfección de enfermedades fungicidas y bactericidas presentes en el suelo.

4.2.- Resultados, análisis económico y discusión

En el cuadro 27 se observan los costos de inversión del experimento que fue de 573,08 dólares que están desglosados por tratamientos, la variación en los costos se debe a las dosis del enraizante y fungicida aplicadas en el ensayo. Los gastos fluctúan de acuerdo a la dosis utilizada dentro de cada tratamiento.

CUADRO 27. COSTOS DE INVERSIÓN DEL EXPERIMENTO

Rubro	Mano de obra			Materiales					Total
	No. de horas	Costo unitario	Subtotal	Nombre	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Subtotal	
Total									
Asistencia técnica	12	8	96						96
Tractor	2,00	6,00	12,00						12,00
Terreno				Arriendo	meses	3,00	85,00	255,00	255,00
Siembra	2,00	5,00	10,00	Plántulas	unidad	1848,00	0,012	22,18	32,18
Riego	4,00	5,00	20,00	Agua	Horas	6,00	6,000	36,00	56,00
Fertilización	2,00	5,00	10,00	Abono 15-15-15	Libras	25,00	0,350	8,75	18,75
Controles Fitosanitarios	1,00	5,00	5,00	Neem X	cc	50,00	0,031	1,55	6,55
				Fosetyl Al	g	125,00	0,025	3,13	3,13
				Iprodione	g	50,00	0,055	2,75	2,75
Aplicación en T2	1,00	5,00	5,00	Ferti - plus	g	20,00	0,220	4,40	9,40
				Curalancha	g	10,00	0,540	5,40	5,40
				Courage	cc	4,00	0,280	1,12	1,12
Deshierbas	3,00	5,00	15,00						15,00
Tratamientos	6,00	5,00	30,00	Fortiraíz	g	81,00	0,050	4,05	34,05
				Agroamonio	cc	54,00	0,014	0,76	0,76
Cosecha	2,00	10,00	20,00	Sacos		20,00	0,250	5,00	25,00

573,08

CUADRO 28. COSTOS DE INVERSIÓN POR TRATAMIENTO

Tratamientos		Costos generales	Costos Tratamientos	Total
Número	Simbología			
1	F1E1	47,49	3,31	50,80
2	F1E2	47,49	3,54	51,03
3	F1E3	47,49	3,76	51,25
4	F2E1	47,49	3,63	51,12
5	F2E2	47,49	3,86	51,35
6	F2E3	47,49	4,08	51,57
7	F3E1	47,49	3,96	51,45
8	F3E2	47,49	4,18	51,67
9	F3E3	47,49	4,41	51,90
10	T1	47,49	-	47,49
11	T2	47,49	15,92	63,41

En el cuadro 28 se observan los costos de inversión del experimento desglosados por tratamientos, la variación en los costos se debió a las dosis de enraizante y fungicida aplicados. Los gastos fueron de acuerdo a la dosis utilizada, el testigo uno (T1) no presenta gastos de aplicación, mientras que el testigo (T2), presenta aplicación de productos convencionales utilizados por el agricultor.

CUADRO 29. INGRESOS POR TRATAMIENTO

Tratamiento		Peso kg	Valor kg	Beneficio
Número	Simbología			
1	F1E1	69,91	0,65	45,44
2	F1E2	69,77	0,65	45,35
3	F1E3	78,54	0,65	51,05
4	F2E1	72,24	0,65	46,96
5	F2E2	71,82	0,65	46,68
6	F2E3	89,50	0,65	58,18
7	F3E1	68,36	0,65	44,43
8	F3E2	73,82	0,65	47,98
9	F3E3	93,67	0,65	60,89
10	T1	61,32	0,65	39,86
11	T2	56,28	0,65	36,58

CUADRO 30. COMPARATIVO (UTILIDAD)

Tratamiento		Costo Total	Producción (Kg)	Costo unitario	Costo (Kg)	Ingreso por venta	% Utilidad
No.	Símbolo						
1	F1E1	50,80	69,91	0,73	0,65	45,44	-11,79
2	F1E2	51,03	69,77	0,73	0,65	45,35	-12,52
3	F1E3	51,25	78,54	0,65	0,65	51,05	-0,39
4	F2E1	51,12	72,24	0,71	0,65	46,96	-8,87
5	F2E2	51,35	71,82	0,71	0,65	46,68	-10,00
6	F2E3	51,57	89,5	0,58	0,65	58,18	11,35
7	F3E1	51,45	68,36	0,75	0,65	44,43	-15,79
8	F3E2	51,67	73,82	0,70	0,65	47,98	-7,68
9	F3E3	51,90	93,67	0,55	0,65	60,89	14,76
10	T1	47,49	61,32	0,77	0,65	39,86	-19,15
11	T2	63,41	56,28	1,13	0,65	36,58	-73,34

En el cuadro 30 del análisis comparativo se considera que los tratamientos F2E3 y F3E3, tienen una utilidad en la producción de 11,35 % y 14,76% respectivamente. En tanto que el tratamiento T2 (Tecnología convencional) presenta pérdidas económicas de -73,34 % cuyo valor es de -0,49 dólares /kg.

CUADRO 31. RELACIÓN BENEFICIO COSTO

Tratamiento		Costo total	Factor actual	Costo actual	Beneficio	Relación B/C
Relación						
No.	Símbolo					
1	F1E1	50,80	1,06	53,85	45,44	0,84
2	F1E2	51,03	1,06	54,09	45,35	0,84
3	F1E3	51,25	1,06	54,33	51,05	0,94
4	F2E1	51,12	1,06	54,19	46,96	0,87
5	F2E2	51,35	1,06	54,43	46,68	0,86
6	F2E3	51,57	1,06	54,66	58,18	1,06
7	F3E1	51,45	1,06	54,54	44,43	0,81
8	F3E2	51,67	1,06	54,77	47,98	0,88
9	F3E3	51,90	1,06	55,01	60,89	1,11
10	T1	47,49	1,06	50,34	39,86	0,79
11	T2	63,41	1,06	67,21	36,58	0,54

$$FA = (1 + i)^n$$

$$FA = (1 + 0,020)^3$$

$$FA = 1,06$$

FA = Factor de actualización

i = interés

n = número de meses

En el cuadro 31 se muestra la relación beneficio costo, la misma que contiene la actualización de valores por concepto de gastos por cada tratamiento que se realizó con una tasa de interés de 24 % anual y una duración de tres meses hasta la culminación del experimento. Los ingresos se establecieron en base al precio por kilo que fue de 0,65 dólares. La relación beneficio costo que considera el ingreso y el costo actual determinan que el tratamiento F3E3 sea el de mayor índice de relación beneficio - costo equivalente a 1,11. Este valor significa que la inversión generó aparte de los intereses de capital un 11% de ganancias. El tratamiento que presenta menor relación beneficio costo fue T2 con un valor de 0,54.

4.3. Verificación de la hipótesis

Una vez que hemos obtenido los resultados de cada uno de los tratamientos que previamente analizamos, discutimos y tabulamos nos permite aceptar la hipótesis planteada que la aplicación de Agroamonio y Fortiraiz en mezcla disminuye la incidencia de la hernia de las crucíferas en el cultivo de brócoli (*Brassica olerácea*)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez terminado el trabajo de investigación en “Aplicación de productos sello verde en el manejo de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica olerácea* Var. *Avenger*), en las condiciones agroecológicas de Izamba.”, se concluye lo siguiente:

La aplicación de la dosis de Agroamonio 3 cc/l y Fortiraíz 4,5 g/l tienen un predominio directo sobre la incidencia de la hernia de las crucíferas, pues se redujo considerablemente, por lo que se recomienda su aplicación para mejorar las condiciones de desarrollo de la planta.

Agroamonio y Fortiraíz al interactuar con las diferentes dosis 3 cc/l y 4,5 g/l en las condiciones ecológicas de la planta mejoraron considerablemente el tamaño de las pellas y consecuentemente el peso de cada una de ellas, pues con el buen desarrollo radicular y el combate de las enfermedades del suelo la planta obtuvo mejores condiciones para la absorción de nutrientes y por tanto un mejor desarrollo aéreo.

La incidencia de la hernia de las crucíferas tuvo un buen manejo con la dosis de Agroamonio 3 cc/l y Fortiraíz 4,5 g/l, reduciendo la severidad y con ello las cuantiosas pérdidas económicas que por años ha producido la propagación de esta enfermedad.

Al realizar el análisis económico del ensayo, conjuntamente evaluando las diferentes dosis de Agroamonio y Fortiraíz se puede considerar que existe un buen rédito económico en las dosis F3E3 con una relación beneficio / costo de USD 1,11\$.

5.2.- Recomendaciones

La aplicación de 3 cc/l de Agroamonio y 4,5 g/l de Fortiraíz se debe realizar cada 20, 40 y 60 días a lo largo del cultivo, añadiendo un correcto manejo agronómico como son las labores pre- cultural y cultural.

Investigar la aplicación de dosis mayores de Agroamonio y Fortiraíz para determinar si existe un mejor manejo y erradicación de la hernia de las crucíferas.

Realizar la propagación de nuestras plántulas a utilizar en el ensayo, para asegurarnos su origen y calidad.

Aplicar la propuesta adjunta, la misma que ha sido elaborada en base a los mejores resultados obtenidos en el proceso de investigación.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1.- Título

Aplicación de un fungicida y enraizante sello verde en mezcla para el manejo de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) para optimizar el rendimiento en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Avenger*).

6.2.- Fundamentación (Marco conceptual)

Castillo A, (2008) menciona que desde hace aproximadamente treinta años, el control biológico de patógenos de plantas ha sido considerado como una táctica con nuevas posibilidades en el manejo integrado de enfermedades. El interés crece a medida que aumentan las regulaciones y las restricciones en el uso de plaguicidas y no se visualizan otras alternativas para el control de enfermedades en los cultivos. El interés principal del control biológico se dirige a patógenos que causan enfermedades en el sistema radicular de la planta, en especial microorganismos residentes del suelo. En estos casos el uso de plaguicidas, además de la dificultad de hacer contacto con el organismo, puede contaminar el suelo, destruir el equilibrio microbiológico y crear nuevos problemas patológicos para la planta.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), 2014 determina que la hernia es causada por un microorganismo (Oomiceto) llamado *Plasmodiophora brassicae*, el cual vive en el suelo y provoca la enfermedad en cultivos pertenecientes a la familia de las Crucíferas y en cuatro especies de plantas de otras familias. La manifestación (síntoma) que permite reconocer rápidamente la enfermedad, es la presencia de chichones (abultamientos, hernias o agallas) en las raíces y en la parte del tallo que está dentro del suelo. Las plantas con hernias casi siempre se quedan pequeñas y sus hojas se vuelven marchitas y amarillas. Las hojas que están más cerca

del suelo se caen (defoliación). A veces las plantas enfermas no presentan alteraciones en las hojas, pero al sacarlas del suelo en sus raíces se ven pequeñas hernias.

Velandia, (1992) analizó varias formas de control de la hernia de las crucíferas en campo, sin que ninguna muestre la eficacia necesaria. Bajo invernadero, el control químico con Benomil y Metil Tiofanato demostró ser eficaz para reducir la enfermedad, pero estos productos resultaron deficientes en los ensayos de campo. El mejoramiento del repollo por resistencia a *P. brassicae* no ha tenido el éxito esperado, porque no se dispone de fuentes de resistencia estable ante la proliferación y virulencia de las razas del patógeno.

6.3.- Objetivos

Aplicar 4,5 g/l de Fortiraíz y 3 cc/l de Agroamonio para el manejo de Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) para optimizar el rendimiento en el cultivo de Brócoli (*Brassica olerácea* Var. *Avenger*).

6.4.- Justificación e importancia

El brócoli es una hortaliza originaria del Mediterráneo y Asia Menor, ha sido popular en Italia desde el Imperio Romano y en Francia se cultiva desde el siglo XVI. Se consume en fresco en ensaladas, sopas, tortas, entre otras. El consumo al natural implica una cadena de frío simple o un proceso de congelación. Industrialmente el brócoli es utilizado en la elaboración de curtidos. En los últimos años se le ha dado una mayor importancia a su consumo, debido a resultados de investigaciones que afirman su efectividad en la prevención y control del cáncer. Es por eso que la superficie cosechada de brócoli en el país fue de 3.359 hectáreas, alcanzando una producción total de 50 mil toneladas, aproximadamente, con un rendimiento promedio de 14,6 tm (toneladas métricas) por hectárea.

La presente investigación pretende dar una alternativa para reducir la incidencia de la hernia de las crucíferas presente en los suelos que son utilizados para el cultivo de hortalizas, determinando así la dosis de dos productos sello verde y que tienen menor impacto en el medio ambiente.

6.5.- Manejo Técnico

6.5.1.-Ubicación del ensayo

Se debe establecer el área de ensayo en el que se realizará las respectivas labores culturales.

6.5.2.- Toma de muestra para análisis de suelo

Tomar muestras de suelo en forma distribuida en el área de ensayo considerando 1 kg de suelo para su análisis.

6.5.3. Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se utilizará un tractor el mismo que realizará la operación de rastrado y surcado para dejar el suelo bien mullido y listo para la siembra.

6.5.4. Adquisición de las plantas

Se adquirirán las plantas de brócoli, variedad Avenger, las mismas que deben estar previamente desinfectadas y libres de plagas y enfermedades.

6.5.5.- Trasplante

Para el trasplante el suelo debe estar en capacidad de campo, y las plantas deben ser transplantadas a 0,40 m entre plantas y 0,70 m entre hileras.

6.5.6.- Abonadura orgánica

Se realizará la incorporación de materia orgánica (estiércol de pollos bien descompuesto) utilizando la dosis de 1,5 kg/ m².

6.5.7.- Aplicación de los productos químicos

Aplicar el fungicida (Agroamonio) en dosis de 3,0 cc/l y el enraizante (Fortiraiz) 4,5 g/l. a los 20, 40 y 60 días a partir del trasplante.

6.5.8.- Deshierbas

Las deshierbas se realizarán al observar la presencia de malezas utilizando azadón y evitando causar algún tipo de daño a las plantas.

6.5.9.- Riegos

Se dotarán los respectivos riegos cada 12 días, dependiendo de las condiciones climáticas.

6.5.10.- Cosecha

La cosecha se realizará cuando las pellas alcancen su madurez comercial (antes que se abran las inflorescencias), las mismas que serán cosechadas con la ayuda de un cuchillo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 2005. Fitopatología. 5 ed. México. Editorial Limusa S.A. 820 p.
- Alvarado, D. 2007. Brócoli ecuatoriano nadie lo detiene en el mercado mundial por su calidad. (en línea). Consultado 6 ene. 2015. Disponible en <http://www.hoy.com.02-2008>.
- Aprofel, 2007. Brócoli en Ecuador (en línea). Consultado 6 ene. 2015. Disponible en: http://brocoliecuador.com/brocoli_ecuatoriano.htm.
- Botanical, 2014. El mundo de las plantas. El cultivo de brócoli. (en línea). Consultado 3 de ene. 2015. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/florbrecol.htm>.
- Brócoli en Ecuador, 2014. Hernia de la col. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en: <http://brocolienecuador.blogspot.com/>
- Canalagro, (2001). El cultivo de brócoli. (en línea). Consultado 3 ene 2015. Disponible en: <http://servicios.laverdad.es/canalagro/datos/hortalizas/broculi2.htm>
- Castillo, A. 2008. Efecto de controladores biológicos sobre la hernia de las crucíferas. Tesis Ing. Agr. Uniminuto.40 p.
- Castillo J, Guerrero O, 2008. Efecto de controladores biológicos sobre la hernia de las crucíferas. Tesis ING. Agr. Cundinamarca. 40 p.
- Cerdas, M. 2002. Guía técnica poscosecha. Calidad en los productos horto frutícolas. San José, CR. Dirección de calidad agrícola. 8-9.p.

- Chiriboga, F. 2002. Acumulación de nutrientes en el cultivo de brócoli. Tesina. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Instituto de Postgrado. 13-24 p.
- CENTRO DE INFORMACIÓN E INTELIGENCIA COMERCIAL - CICO, 2009. Perfil del brócoli. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/brocoli.pdf>.
- Ecoagro, 2014. Ficha técnica de fortiraiz. (en línea). Disponible en <http://ecoagro-ec.com/producto/12/forti-raiz>.
- Ecohortum, 2013. Como cultivar brócoli. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en <http://ecohortum.com/como-cultivar-brocoli/>.
- EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ACADÉMICO DE SECICO, 2000. Hortalizas de estación fría. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en http://www7.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p161.html.
- Fernández, Rosendo. 2007. Manejo del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) en la empresa alimentos congelados, s.a. (alcosa) en el departamento Jalapa, Guatemala de agosto de 2004 a mayo de 2005. (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala. 84 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2363.pdf.
- Folia Amazónica. (2005). “Efecto de fitoreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (hbk) mc vaugh, camu camu arbustivo, en Ucayali-Perú”, (en línea). Consultado 3 ene 2015. Disponible en:
http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CATALOGO/documentos/Folia14_2pdf#page=20

- Fundación produce. 2009. Variedades de brócoli con potencial productivo. (en línea). Consultado 21 mar 2015. Disponible en [file:///C:/Users/USUARIO1/Downloads/variedades%20de%20brocoli%20con%20potencial%20productivo%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO1/Downloads/variedades%20de%20brocoli%20con%20potencial%20productivo%20(3).pdf).
- Haro y Maldonado. 2009. Presentación sobre el cultivo de brócoli para los agricultores y procesadores del Ecuador. California, USA. AsgrowVegetables Seeds.
- Hernández C. 2012. Hibridación para la obtención de *Brassica olerácea var. Romanesco*. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en <http://obtencionderomanesco.blogspot.com/2012/09/caracteristicas-del-brocoli.html>
- Hernández J. 2006. Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. (en línea). Consultado 3 ene 2015. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual-frijol-enfermedades.pdf
- Infoagro. 2008. El cultivo de brócoli. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (IIAP), 2014. Plasmodiophora en brócoli (en línea). Universidad de los Andes (ULA), Mérida Venezuela. Laboratorio de fitopatología.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS DEL REINO UNIDO, 2014. Brócoli, defensa contra el cáncer. (en línea). Consultado 23 mar 2015. Disponible en http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=59366&TIPO_CONTENIDO=Articulo&ID_CATEGORIA=86&ABRIR_SECCION=2

- Jaramillo, J. Díaz, C. 2006. Generalidades del cultivo de las crucíferas. Importancia socio-económica. Cultivo de Crucíferas.(en línea) Disponible en: <http://obtencionderomanesco.blogspot.com/2012/09/caracteristicas-del-brocoli.html>.
- Jaramillo, J. 2003. Respuesta del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var Itálica), híbrido Legacy a la aplicación de un kemilato y dos fitoestimulantes foliares. Latacunga-Cotopaxi. Tesis Ing. Agr. Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, 22-47 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAGAP. Ecuador. 2013. Brócoli Boletín Situacional Ecuador. (en línea). Consultado 23 mar. 2015. Disponible en www.sica-proecuador.gob.ec/Compradores-OfertaExportable.
- Maroto, J. 2002. Horticultura herbácea especial. 5 ed. Madrid, ES. 376-395 p.
- SISTEMA DE LA INTEGRACION CENTROAMERICANA SICA, 2014 El brócoli en el Ecuador. (en línea). Consultado 23 mar. 2015 Disponible en http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli_ecuador.htm
- MR Broko, 2014. Taxonomía del brócoli: clasificación y morfología. (en línea). Blog. Consultado 3 feb. 2015. Disponible en <http://mrbroko.com/taxonomia-del-brocoli/>
- Osorio, R. (2006). Fertilidad y nutrición de plantas. Factores que afectan el crecimiento y rendimiento de las plantas. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en: <http://fertilidadynutriciondeplantas.blogspot.com/2006/05/factores-que-afectan-el-crecimiento-y.html>
- Parker, R. 2000. La ciencia de las plantas. Trad. Del inglés por Patricia Scout. Madrid, ES. Paraninfo. 149, 442, 448,453.p.

- Red Agrícola. 2013. La raíz es el cerebro de la planta. (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en <http://www.redagricola.com/reportajes/frutales/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta-darwin-manijos-y-productos-para-potenciar>.
- Semillas eterno. 2015. Brócoli (en línea). Consultado 3 ene. 2015. Disponible en <http://www.semillaseterno.com/brocoli>
- Velandia Jorge, Galindo Ricardo y Ávila de Moreno. 1996. Evaluación de Gallinaza en el control de *Plasmodiophora brassicae* en repollo. Departamento de Sanidad Vegetal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 58 p.

ANEXOS

ANEXO 1.- ALTURA DE LA PLANTA (cm)

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Promedio
	I	II	III		
F1E1	32,63	32,3	31,28	96,21	32,07
F1E2	33,25	31,53	28,98	93,76	31,25
F1E3	36,42	33,53	31,28	101,23	33,74
F2E1	34,24	33,42	32,55	100,21	33,40
F2E2	34,77	31,41	30,63	96,81	32,27
F2E3	29,5	33,55	34,48	97,53	32,51
F3E1	32,76	27,77	34,67	95,20	31,73
F3E2	29,68	32,56	29,08	91,32	30,44
F3E3	34,66	34,08	35,03	103,77	34,59
T1	19,83	20,33	22,08	62,24	20,75
T2	22,91	19,64	22,95	65,50	21,83

ANEXO 2.- DIÁMETRO DE LA PELLA (cm)

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Promedio
	I	II	III		
F1E1	16,13	15,85	12,43	44,41	14,80
F1E2	14,13	13,13	10,68	37,94	12,65
F1E3	15,31	14,91	13,73	43,95	14,65
F2E1	15,95	15,49	13,03	44,47	14,82
F2E2	15,34	15,17	13,48	43,99	14,66
F2E3	13,08	14,6	15,38	43,06	14,35
F3E1	14,37	11,23	15,74	41,34	13,78
F3E2	15,52	14,7	12,33	42,55	14,18
F3E3	15,77	17,58	15,58	48,93	16,31
T1	12,63	10,25	12,37	35,25	11,75
T2	8,39	7,84	8,53	24,76	8,25

ANEXO 3.- PESO DE LA PELLA (kg)

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Promedio
	I	II	III		
F1E1	0,36	0,45	0,44	1,25	0,42
F1E2	0,48	0,37	0,39	1,24	0,41
F1E3	0,46	0,5	0,45	1,41	0,47
F2E1	0,44	0,45	0,4	1,29	0,43
F2E2	0,45	0,41	0,42	1,28	0,43
F2E3	0,5	0,54	0,56	1,60	0,53
F3E1	0,39	0,41	0,42	1,22	0,41
F3E2	0,45	0,47	0,4	1,32	0,44
F3E3	0,59	0,68	0,66	1,93	0,64
T1	0,38	0,34	0,38	1,10	0,37
T2	0,35	0,32	0,34	1,01	0,34

ANEXO 4.- INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD (%)

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Promedio
	I	II	III		
F1E1	17,16	18,43	14,68	50,27	16,76
F1E2	21,82	24,25	21,52	67,59	22,53
F1E3	13,66	16,91	14,59	45,16	15,05
F2E1	19,93	18,14	15,15	53,22	17,74
F2E2	14,66	15	11,77	41,43	13,81
F2E3	13,98	13,41	11,65	39,04	13,01
F3E1	16,41	18,12	15,14	49,67	16,56
F3E2	13,66	13,94	10,99	38,59	12,86
F3E3	9,74	12,2	9,95	31,89	10,63
T1	15,83	18,17	14	48,00	16,00
T2	14,97	15,9	13,95	44,82	14,94

ANEXO 5.- RENDIMIENTO (kg/ha)

Tratamientos	Repeticiones			Sumatoria	Promedio
	I	II	III		
F1E1	12.767,86	15.982,14	15.818,45	44.568,45	14.856,15
F1E2	17.017,86	13.375,00	14.089,29	44.482,15	14.827,38
F1E3	16.291,67	17.907,74	15.901,79	50.101,20	16.700,40
F2E1	16.645,83	17.598,21	11.812,50	46.056,54	15.352,18
F2E2	19.008,93	14.488,10	12.309,52	45.806,55	15.268,85
F2E3	17.351,19	19.294,64	20.431,55	57.077,38	19.025,79
F3E1	13.898,81	14.744,05	14.946,43	43.589,29	14.529,76
F3E2	17.726,19	16.886,90	12.479,17	47.092,26	15.697,42
F3E3	20.994,05	24.241,07	23.413,69	68.648,81	22.882,93
T1	14.297,62	10.238,10	14.583,33	39.119,05	13.039,68
T2	14.919,64	8.907,74	12.059,52	35.886,90	11.962,30

Incidencia de la hernia de las crucíferas



Peso de la pella



Diámetro de la pella



Distribución de parcelas en el ensayo

