

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Presencia de Enfermedades Fungosas en el Cultivo de Espárrago  
(*Asparagus officinalis* L.) en la Península de Santa Elena, Guayas,  
Ecuador.”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

Presentada por:

Manuel Ángel Calderón Vera

GUAYAQUIL – ECUADOR

**2004**

## **AGRADECIMIENTO**

Al MSc. Miguel Quilambaqui Jara.

Al Tecnólogo Fernando Alvarado.

A las Empresas Agrozaisa y  
Espopesa. A todas las personas  
que directa o Indirectamente me  
apoyaron en este trabajo.

## DEDICATORIA

A las personas que han hecho realidad este sueño, mis padres.

A mi hermano Juan Paulo por su invaluable guía y colaboración.

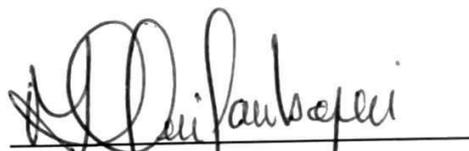
A mi hermano Juan José por su demostración de progreso.

A la persona que siempre me ha brindado su apoyo; y que amo mi novia Pierina.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Marcos Tapia Q.  
DELEGADO POR EL DECANO  
DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



---

Ing. Miguel Quilambaqui J.  
DIRECTOR DE TESIS



---

Ing. Haydee Torres C.  
VOCAL



---

Ing. Bruno Reyna G.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento General de la ESPOL)



---

Manuel Ángel Calderón Vera

## RESUMEN

Este trabajo se lo realizó en las zonas esparragueras de la Península de Santa Elena en donde existen cerca de 100 has sembradas, las cuales podrían incrementarse a futuro. Como en todo cultivo una de las limitantes en su rendimiento son las enfermedades fungosas, las cuales si no se las conoce y se maneja adecuadamente pueden causar severas pérdidas.

La producción del espárrago esta determinado por el manejo técnico que se le de en el campo como son: una buena selección de terreno, semilla resistente a enfermedades, sistema de riego óptimo, buen sistema de drenaje, un programa de fertilización, y fumigaciones para el control de insectos plagas y enfermedades.

En general la vida productiva del cultivo en forma comercial es de 10 años, el cual puede seguir mucho más tiempo pero el rendimiento decae y hay que eliminar la plantación, porque no justifica su valor comercial. El ciclo vegetativo después del transplante es de cuatro meses de desarrollo y dos meses de cosecha. La distancia de siembra entre filas es de 1.5 m., y cada 40 cm., una

planta a doble hilera, con una población de 30.000 mil plantas/has, cantidad aceptable para tener una buena producción. Una de las medidas adecuadas en el control de enfermedades es la correcta identificación de los agentes causales presentes en el cultivo. Cabe indicar que en el caso de nuestro país y específicamente en la Península de Santa Elena, al momento no se conoce o hay pocos estudios en los campos esparragueros de esta zona que nos indiquen la presencia e incidencia de enfermedades fungosas en este sector, lo cual constituye una seria limitante para los controles que se deban realizar.

Como todo cultivo, uno de los problemas que mayores pérdidas produce es la incidencia de enfermedades que atacan al cultivo en sus diferentes etapas fenológicas. Para el caso del cultivo de espárrago, existen numerosas enfermedades que afectan a este cultivo en cualquiera de la etapas desarrollo, las cuales pueden disminuir los rendimientos notablemente.

En base a los antecedentes se planteó esta investigación con el fin de identificar y determinar la incidencia de enfermedades fungosas, presentes en las diversas etapas fenológicas del cultivo de espárrago, en la Península de Santa Elena. Este trabajo de investigación se lo realizó en las empresas comunitarias

Espopesa y Agrozaiza, propiedad de la ESPOL, en las comunas de Zapotal y Pechice. Para su desarrollo se lo dividió en dos partes: Fase de Campo y Fase de Laboratorio.

**Fase de campo**, se realizaron 3 muestreos de tejido vegetal enfermo en forma dirigida en las etapas de semillero, crecimiento vegetativo, y cosecha. Se colectaron un total de 45 muestras, las cuales fueron etiquetadas y procesadas en el laboratorio de Fitopatología de la FIMCP.

**Fase de laboratorio**, consistió en el procesamiento de las muestras de tejido vegetal en la Unidad de Diagnostico Fitopatológico de la Carrera de Ingeniera Agropecuaria. Las muestras primeramente fueron lavadas para eliminar cualquier agente extraño, luego se las sembró en cajas petri que contenían PDA, se las dejó a una temperatura de 25 a 28°C. A los 7 y 15 días con la ayuda del microscopio se identificaron de manera preliminar los colonias de hongos presentes. Posteriormente fueron purificadas y finalmente con estas cepas de hongos se realizaron las pruebas de patogenicidad, para comprobar la capacidad patogénica de las cepas evaluadas. La incidencia *in vitro* de los muestreos fue de 4.7% (*Fusarium* spp.), 4% (*Curvularia* spp.); 4%

(*Fusarium* spp.), 3.3% (*Curvularia* spp.); 2.7% (*Fusarium* spp.), 2.7% (*Curvularia* spp.), para el primer, segundo, y tercer muestreo respectivamente. Con las cepas purificadas se realizaron las pruebas de patogenicidad. En este bioensayo, la incidencia de las plantas muertas en los tratamientos estuvo entre el 15% y 18 %. La incidencia acumulada de plantas muertas fue del 51.5%. Los resultados estadísticos demostraron que no hubo significancia estadística ( $p=0.05$ ) y ( $p=0.01$ ) en los tratamientos (cepas de *Fusarium* spp.), evaluados, con relación al tratamiento testigo, lo que indica que los tratamientos fueron no patogénicos. En este estudio se concluye que existen en los campos esparragueros de la Península de Santa Elena la presencia de los hongos *Fusarium* spp.,(51.6%), y *Curvularia* spp., (48.4%). Siendo los mismos de características no patogénicos en relación al daño que pueden ocasionar al cultivo.

Finalmente se recomienda realizar un adecuado manejo técnico al cultivo, como medida preventiva para el control de estos agentes fitopatógenos. Se espera que la presente investigación sea de valiosa ayuda para los controles fitosanitarios que realicen los productores de espárrago en la Península de Santa Elena.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGIA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPITULO 1

1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1.1. Ubicación geográfica.....	5
1.2. Factores climáticos y edáficos.....	6
1.3. Condiciones hídricas.....	14
1.4. Cultivos de producción y exportación.....	16

## **CAPITULO 2**

<b>2. ASPECTOS AGRONÓMICOS.....</b>	<b>18</b>
2.1. Preparación del suelo.....	18
2.2. Selección de semilla.....	19
2.3. Preparación de semilla.....	19
2.4. Semilleros.....	21
2.5. Fertilización.....	22
2.6. Riego y Calidad del agua.....	25
2.7. Control de malezas.....	25
2.8. Control de Plagas y Enfermedades.....	26
2.9. Cosecha.....	34

## **CAPITULO 3**

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
3.1. Localización del estudio.....	36
3.2. Incidencia de Plagas y Enfermedades.....	37
3.3. Muestreo de tejido vegetal.....	38
3.4. Recolección de muestras.....	40

3.5. Procesamiento de muestras.....	42
3.6. Aislamiento.....	42
3.7. Identificación de Agentes Causales.....	44
3.8. Purificación.....	45
3.9. Pruebas de Patogenicidad y Bioensayos.....	45

## **CAPITULO 4**

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
--------------------------------	----

## **CAPITULO 5**

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
--	----

**APÉNDICES**

**BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURAS

asnm	Altura sobre el nivel mar
Cedege	Comisión para el desarrollo de la cuenca del Río Guayas y la Península de Santa Elena
ddt	Días después del transplante
dds	Días después de la siembra
cm.	Centímetro
gr.	Gramos
has	Hectáreas
Kg.	Kilogramo
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
mm	Milímetros
m.	Metro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
pp.	Precipitación pluvial
PDA	Papa dextrosa agar
PSE	Península de Santa Elena
Ph	Potencial de hidrogeno
Promsa	Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios
Sica	Servicio de Información y Censo Agropecuario

## SIMBOLOGÍA

%	porcentaje
°C	grados centígrados
°	grados
“	minutos

## ÍNDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 2.1 Decoloración de los haces Vasculares causadas por <i>Fusarium</i> spp.....	28
Figura 2.2 Macroconidios y microconidios de <i>Fusarium</i> spp.....	28
Figura 2.3 Manchas Necróticas en ramas de espárragos causadas por <i>Cercospora asparagi</i> .....	30
Figura 2.4 Manchas en tallos de espárrago ocasionadas por <i>Cercospora asparagi</i> .....	31
Figura 2.5 Conidióforos y conidias de <i>Cercospora asparagi</i> .....	31
Figura 2.6 Manchas Necróticas en ramas de espárragos causadas por <i>Stemphyllium</i> spp.....	33
Figura 2.7 Cosecha de Espárragos en Agrozaisa.....	35
Figura 3.1 Muestreo de tejido vegetal en la Hacienda “Agrozaisa”	40
Figura 3.2 Recolección de muestras en la Hacienda “Espopesa”..	41
Figura 3.3 Caja Petri con crecimiento micelial.....	43
Figura.3.3.1 Aislamiento de muestras.....	44
Figura 3.4 Bioensayo realizado en la Unidad de Diagnostico Fitopatológico.....	49
Figura 4.1 Incidencia <i>in vitro</i> de hongos encontrados (1er muestreo).....	52
Figura 4.2 Incidencia <i>in vitro</i> de hongos encontrados (2do muestreo).....	53
Figura 4.3 Incidencia <i>in vitro</i> de hongos encontrados (3er muestreo).....	53
Figura 4.4 Incidencia Acumulada de plantas muertas.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1: Principales Enfermedades Causadas por Hongos en el Cultivo de Espárrago.....	3
Tabla 2: Variaciones de Temperatura en la PSE.....	9
Tabla 3: Variaciones de Humedad en la PSE.....	10
Tabla 4: Unidades de Suelo en la PSE.....	12
Tabla 5: Principales Cultivos en Producción de la PSE.....	17
Tabla 6: Pruebas de patogenicidad.....	49
Tabla 7: Análisis de varianza (ADEVA).....	55

## INTRODUCCIÓN

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.), es una hortaliza de origen europeo, que se conoce desde épocas muy antiguas y cultivada desde hace 2000 años. Llegó a América en el siglo XVII, traída por los españoles. Es una planta vivaz, que puede permanecer en el suelo por varios años, y cuya parte aprovechable son las yemas de los tallos (turiones). El cultivo se propaga principalmente en forma directa por semilla y por trasplante, el espárrago pertenece a la familia de las Liliáceas; su nombre botánico es *Asparagus officinalis* L. (14).

El cultivo es de ciclo perenne con un tiempo de vida con producción rentable de 8 a 10 años. La planta de espárrago está formada por tallos aéreos ramificados y una parte subterránea constituida por raíces y yemas, que es lo que se denomina comúnmente "garra". Las yemas son los órganos donde brotan los turiones, parte comestible y comercializable de este producto, que cuando se dejan crecer son los futuros tallos ramificados de la planta (14).

En el Ecuador existen alrededor de 400 has repartidas, 300 has en la región Sierra (Riobamba, Quito, Ambato, Latacunga), y 100 has en la región Costa distribuidas en la zona de la Península de Santa Elena. Actualmente la importancia de este cultivo va creciendo en el país, ya que representa otros de los rubros de exportación y entrada de divisas; así como también la generación de fuentes de trabajo para muchos ecuatorianos (11).

El cultivo de espárrago en general se adapta bien con precipitaciones de 1200mm/año. Los suelos deben tener un Ph de 7.0 a 7.6 y hasta 6.5, y se desarrolla mucho mejor en suelos franco arenosos que en otros tipos de suelos. Se adapta muy bien a la salinidad, la temperatura oscila entre 25-28°C. En la Sierra crece mucho más lento a causa de la temperatura que existe en la zona, demorando entre 60 a 70 días la cosecha, pero en la Costa el tiempo es de 40 días, además se puede hacer la cosecha dos veces al año (3).

Como todo cultivo, uno de los problemas que mayores pérdidas produce es la incidencia de enfermedades que atacan al cultivo de espárragos en sus diferentes etapas fenológicas. Existen numerosas enfermedades fitopatológicas presentes en este cultivo y que han sido reportadas por muchos investigadores en el mundo. Estas varían en su grado de incidencia

y severidad de acuerdo a las condiciones de cada región y país. Entre las más comunes podemos citar a las siguientes:

**TABLA 1**  
**Principales Enfermedades Causadas por Hongos en el Cultivo de**  
**Espárrago**

<b>ENFERMEDAD</b>	<b>AGENTE CAUSAL</b>
Fusariosis	<i>Fusarium spp.</i>
Mancha púrpura	<i>Stemphylium vesicarium</i>
Tizón	<i>Cercospora asparagi</i>
Roya	<i>Puccinia asparagi</i>
Pudrición gris	<i>Botritis cinerea</i>
Mancha foliar	<i>Phoma asparagi</i>
Pudrición corona	<i>Phytophthora megasperma</i>

En lo que respecta a los cultivos esparragueros de nuestro país, y específicamente en la zona de la Península de Santa Elena, algunas de estas enfermedades han sido mencionadas que se encuentran presentes; pero la información que se tiene es escasa o no existe. En trabajos realizados en países productores como México, EE.UU., Perú, se enfatiza que para que las medidas de control sean efectivas, es necesaria la correcta identificación de los agentes causales en una enfermedad (3).

Por los antecedentes mencionados anteriormente y por la importancia que tiene este cultivo para nuestro país y específicamente para lo económico y social de la Península de Santa Elena, se planteó esta investigación con los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS:**

### **GENERAL.**

Identificar y determinar la incidencia de enfermedades fungosas presentes en las diversas etapas fenológicas del cultivo de espárrago en la Península de Santa Elena.

### **ESPECIFICOS.**

Determinar que enfermedad es de mayor presencia en las etapas fenológicas del espárrago.

Crear un registro de evaluación de las enfermedades fungosas presentes en el espárrago.

Realizar un manual de síntomas y daños causados por las enfermedades presentes.

# CAPÍTULO 1

## 1. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 1.1 Ubicación Geográfica

Para efectos de este estudio, se conoce como Península de Santa Elena al sector geográfico comprendido entre las coordenadas de latitud sur 02°12' y longitud oeste 79°53'. Limita al norte con la provincia de Manabí, al sur y al oeste con el Océano Pacífico y al este con la cuenca del Río Guayas, definida por la línea divisoria de aguas de la Cordillera Chongón-Colonche (7). El área comprende territorio de la Provincia del Guayas ubicado al oeste de la ciudad de Guayaquil que abarca los cantones de Santa Elena, Playas y cinco parroquias rurales del cantón Guayaquil.

La Península de Santa Elena es una zona con aproximadamente 42.000 hectáreas potenciales para el desarrollo agrícola y agroindustrial, gracias a sus condiciones de clima y suelos y a inversiones superiores a los 600 millones de dólares que el Estado realizó en la construcción e implementación del sistema de riego del Trasvase Daule-Santa Elena. No obstante, la capacidad de aprovechamiento de la infraestructura de riego construida es mínima ya que, sólo se cultivan alrededor de 6.000 hectáreas (6).

## **1.2 Factores Climáticos y Edáficos**

Las características climáticas de la Península de Santa Elena, son muy variadas en cuanto a la estacionalidad de la época de invierno. En la parte norte de la zona hay que destacar la presencia de "garúas", que son una combinación de nubes bajas, neblinas y lloviznas, producidas por la corriente fría de Humboldt. En las áreas nor-occidentales de la Península se detectan durante más de la mitad del año, pero desaparecen durante la principal época lluviosa, de diciembre a abril, debido a la influencia de la corriente cálida del Niño que fluye hacia el sur. Estas "garúas" suponen un aporte de humedad para la vegetación. Las

temperaturas se caracterizan por su constancia a lo largo del año. Los vientos dominantes son del componente sur. Las características de las lluvias determinan los regímenes fluviales. Los ríos de la parte noroeste son de régimen intermitente y fluyen casi todos los meses del año. Por el contrario, los de clima más seco son efímeros, dependiendo sus caudales de las precipitaciones de elevada intensidad (6).

### **Temperatura**

La temperatura media anual oscila entre los 23,1°C de Salinas y los 25,7°C de Azúcar donde la influencia marítima es menos intensa. Durante el período considerado de febrero a octubre, la máxima absoluta registrada ha sido de 36°C en Playas (febrero 1997) y la mínima absoluta de 15,6°C en la misma estación (octubre 1997). Hay que señalar que las temperaturas más elevadas se registran en la estación de lluvias, es decir, de enero a abril (6).

Las variaciones diurnas de la temperatura tienen más significación que las variaciones mensuales, dada la poca diferencia intermensual de las temperaturas medias, que alcanzan como

máximo los 5°C. Con lo que se puede concluir que la variación de temperatura en la zona se mantiene estable; con variaciones en los últimos años a consecuencia del calentamiento global. La Península de Santa Elena, tiene la ventaja de poseer potencial productivo a lo largo de todo el año, su régimen térmico es muy favorable para la fotosíntesis, ya que para la mayor parte de las plantas de regiones templadas y tropicales el óptimo de temperatura excede de los 25° C y una temperatura elevada durante todo el día de hasta unos 30° C.

En consecuencia presentamos un resumen de la temperatura de la PSE(17):

**TABLA 2****Variaciones de Temperatura en la PSE.**

Temp. Media Anual	<b>24 °C</b>
Temp. Minina Anual	<b>17 °C</b>
Temp. Minina Absoluta	<b>15 °C</b>
Temp. Máxima Anual	<b>33 °C</b>
Temp. Máxima Absoluta	<b>37 °C</b>

FUENTE: Proyecto Fitosanitario Península de Santa Elena. Guayaquil -Ecuador. 1997. Trevisan Eduardo y González Francisco.

**Humedad Relativa Media**

Los datos actuales de la humedad relativa promedio anual mínima, máxima y media de las estaciones meteorológicas disponibles oscilan: Mínima del 70% en Chongón a 79% en San Isidro; la máxima del 90% en Chongón a 95% en San Isidro; la media del 80% en Chongón a 87%, Azúcar 80%, en San Isidro, de igual forma se puede decir que los valores más altos corresponden a San Isidro y los más bajos a Chongón.

En las zonas agrícolas hay una variación grande durante el día, las cuales se indican en la siguiente tabla (17):

**Tabla 3**

**Variaciones de Humedad en la PSE**

En la Mañana.	<b>80 % -- 90 %</b>
En la Tarde.	<b>40 % -- 50 %</b>
En la Noche.	<b>70 % -- 80%</b>

FUENTE: Proyecto Fitosanitario Península de Santa Elena. Guayaquil -Ecuador. 1997. Trevisan Eduardo y González Francisco

**Suelos**

Como ya quedó indicado, el material madre formador de los suelos de la Península es de origen sedimentario marino y según este material permanezca " *in situ*", en colinas y mesetas, o bien se haya ido depositando, a través del tiempo, en las partes bajas, dando lugar a la formación de valle aluviales, y en menor proporción, coluviales, así se han originado sobre él dos grandes grupos de suelos (7):

Suelos desarrollados *"in situ"*, derivados de formaciones rocosas:  
arenisca caliza y arcilla marina.

Suelos aluviales y coluviales, formados sobre materiales recientes depositados en las partes planas y bajas.

Las unidades de suelos residuales y de suelos aluviales se distribuyen del siguiente modo, de acuerdo con las principales características de su perfil en la siguiente tabla:

TABLA 4

## Unidades de los Suelos en la PSE

Unidades	Superficie (Ha.)	%	
<b>Suelos residuales</b>	<b>347570</b>		<b>63,5</b>
- con horizontes cámbico (en asociaciones)	200390	36,6	
- con horizonte argílico	122230	22,3	
- arcillosos vérticos	4900	0,9	
- sin horizontes de diagnóstico	4900	2,3	
- sin horizontes de diagnóstico	7600	1,4	
<b>Suelos aluviales y coluviales</b>	<b>141700</b>		<b>25,9</b>
- no salinos arenosos	4700	0,9	
- no salino de textura media y fina	109000	19,9	
- salinos	28000	5,1	
<b>Asociaciones de suelos</b>	<b>57700</b>		<b>10,6</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>546970</b>	<b>100,0</b>

FUENTE: SICA 2003

Los Ordenes Entisoles, Inceptisoles y Aridisoles cubren aproximadamente un 95% de la superficie estudiada. De una manera general puede indicarse que los suelos aluviales de los valles son profundos y de gran variedad textural, desde arcillosos finos hasta areno-francosos, y que los suelos de las colinas, adyacentes a los valles, tienen menor profundidad encontrándose, en algunos casos, el material rocoso a pocos centímetros de la superficie (7).

- a) Los suelos residuales, desarrollados "*in situ*" a partir de areniscas y arcillas marinas, son los suelos más antiguos de la Península y se encuentran en colinas, mesetas y tablazos. Su topografía es colinada, disminuyendo la profundidad del perfil a medida que aumenta su pendiente.
- b) Los suelos aluviales y coluviales son, como ya se ha indicado, suelos profundos con una gran variedad textural presente en capas alternadas y discontinuas. Se les ha dividido en las clases siguientes:

*Suelos no salinos arenosos*, localizados cerca del mar y en pequeñas manchas en los ríos, que presentan capas arenosas con drenaje de normal a excesivo.

*Suelos no salinos (o muy poco salinos) de textura media y fina*, según tengan menos del 40% de arcilla o con más del 40% de arcilla. Los primeros predominan en los valles y terrazas y en su perfil alternan capas de diferentes texturas con un contenido en arcilla comprendido entre el 10 y el 40%.

*Suelos salinos*, situadas en las terrazas fluvio-marinas y en los manglares próximos al mar o en las desembocaduras de los ríos. Son suelos salinos y sódicos con más del 15% de sodio intercambiable. Se clasifican como Entisoles salinos.

### **1.3 Condiciones Hídricas.**

El sistema hidrográfico de la Península comprende los ríos que nacen de la Cordillera Chongón- Colonche, se dirigen hacia el oeste o hacia el sur. A continuación se describen las características del sistema pluvial.

Régimen permanente (10%): escurrimiento durante todo el año, excepto en los años extremadamente secos.

Régimen intermitente (50%): escurrimiento en temporadas de lluvias.

Régimen efímero (40%): ríos que permanecen secos y escurren solamente gracias a una tormenta localizada en su cuenca (17).

Una de las grandes ventajas de la PSE, es contar con el Trasvase Daule Santa Elena, ejecutado por CEDEGE, proyecto que es un conjunto de obras hidráulicas, que tiene como objetivo suministrar agua para múltiples propósitos como son:

- Abastecimiento poblacional urbano.
- Abastecimiento industrial.
- Abastecimiento para riego.

Este último, sin embargo es su principal finalidad, pues existe suficiente caudal de agua conducido por canales principales en una extensión de 80 Km., para la producción agrícola, distribuidas por toda la Península de Santa Elena, desde Chongón hasta Playas y desde la zona del Azúcar y Zapotal, hasta Río Verde. En el (Anexo A) podemos apreciar un resumen de los factores edáficos e hídricos en el cultivo del espárrago.

#### **1.4 Cultivos de Producción y Exportación**

En la Península de Santa Elena existen diferentes cultivos en producción a gran escala, pero se analizaron algunos criterios para determinar los más importantes, entre estos tenemos (6):

- Aparente potencial de mercado
- Criterios ecológicos de adaptabilidad
- Criterios de selección validados con los mismos productores.

Entre los cultivos más importante tenemos los siguientes los cuales los mostramos en la tabla 5:

TABLA 5

## Principales Cultivos en Producción de la P.S.E.

PERMANENTES	UVA
	AGUATE
	LIMON TAHITI
SEMI-PERMANENTES	ESPARRAGOS
	PAPAYA
	PIÑA
	CALABAZA
	PLATANO
CICLO CORTO	CEBOLLA
	PEPINO
	SANDIA
	MELON
	PIMIENTO
	OCRA
	PIMIENTA NEGRA

FUENTE: MAG 2003

# CAPÍTULO 2

## 2. ASPECTOS AGRONÓMICOS

### 2.1 Preparación del suelo

El espárrago por la condición de tratarse de un cultivo perenne, necesita de las mejores condiciones del suelo para su desarrollo. La preparación del suelo el terreno antes de la siembra y/o transplante debe estar completamente libre de terrones y bien nivelado.

Un suelo bien pulverizado permite un contacto íntimo con la semilla, proporcionándole un suministro constante de humedad y acelerando de esta manera su germinación. Los suelos más apropiados son los

suelos tales como los franco arenosos, franco limosos y con buena materia orgánica para permitir que sus raíces se expandan correctamente y tener una buena absorción de agua y nutrientes (9).

## **2.2 Selección de semilla**

La semilla que se va usar, debe ser certificada. En el Ecuador se utilizan las siguientes: UC157, Mary Washington, la UC72, y la Argentuil (variedad francesa). La importancia de tener una semilla que produzca coronas de altos rendimientos, estriba en que como ya se ha dicho, el espárrago es un cultivo que puede durar muchos años en producción (3).

## **2.3 Preparación de semilla**

La semilla del espárrago es de período lento para germinar. El tiempo de germinación en ocasiones es de 4 a 6 semanas dependiendo de la temperatura del suelo, de la humedad y profundidad a que se hayan sembrado. A temperaturas inferiores a 21 °C, la semilla absorbe la humedad muy lentamente y si se siembra seca en un suelo frío, pasaran varias semanas para que aparezcan las plántulas. La germinación puede acelerarse remojando la semilla, pero una vez

hecho esto, debe manejarse adecuadamente para lograr resultados positivos (11).

Se recomienda remojarla durante 4 – 5 días a una temperatura entre 29 a 32 °C. Una vez terminado el remojo, la semilla debe secarse y sembrarse enseguida, ya que con la humedad puede descomponerse si se deja que pase demasiado tiempo, generalmente para una hectárea de Espárragos se utiliza 30.000 plantas cantidad aceptable para obtener una buena producción(10).

Se recomienda sembrar a distancias entre filas de 1.50 m., y cada 40 cm., una planta a doble hilera. Esto reduce el daño de las raíces y facilita la operación a la hora de separar las coronas. La profundidad de siembra dependerá del tipo de suelo y de las condiciones de humedad del mismo.

Mientras más pesado el suelo, menor será la cobertura, variando entre 3.5 y 7.5 cm. El objetivo principal de cubrir la semilla es proporcionarle suficiente humedad para la germinación (3).

## **2.4 Semilleros**

El cultivo de espárrago se inicia mediante la multiplicación de semilla en almácigo o semillero. El lote debe tener buenas condiciones de fertilidad y manejo agronómico.

La cantidad de semilla que se usa en los almácigos es de 5 a 8 Kg. de semillas por hectárea, estimándose que por cada kilogramo sembrado en almácigo se obtiene arañas para transplantar una hectárea. Los almácigos se siembra en surcos separados a 0.70 m. lo ideal es que las plantas queden separadas a 15 – 20 cm. entre sí. La duración de la planta en el almácigo es de 6 a 8 meses estimándose un peso promedio por araña de 40 – 60 gr. (11).

## 2.5 Fertilización

La fertilización esta orientada a suplir parte de los nutrientes que el espárrago extrae del suelo, y salen de la planta al cosecharse los turiones. Las recomendaciones de fertilización deben realizarse en base a un análisis de suelo o de tejido foliar (7). Los principales elementos en la fertilización del espárrago son:

**Nitrógeno.-** Es el más importante de los elementos. Hay una relación casi matemática entre la disponibilidad de Nitrógeno el crecimiento y rendimiento del espárrago. Las proteínas de los cloroplastos son las que más se ven afectadas por su carencia, por lo que la palidez del follaje es característica de su deficiencia, aunque también la falta de otros elementos puede dar síntomas parecidos.

Casi no hay reservas de Nitrógeno en las plantas y cuando falta afecta a los órganos en crecimiento. En suelo el Nitrógeno se encuentra en la materia orgánica, a falta de ella, debe ser aportado por fertilizantes.

En las regiones de alta pluviométrica algo de Nitrógeno del aire retorna al suelo por efecto de las tempestades eléctricas y el arrastre de las lluvias, pero en las zonas áridas como la Península de Santa Elena, este fenómeno no se produce regularmente, por lo que el desarrollo y producción de las plantas depende exclusivamente de los fertilizantes y de la materia orgánica que se le adicionan al suelo (7).

**Fósforo.-** El fósforo es absorbido por las plantas esencialmente en la forma de Ión  $H_2PO_4$  y en combinación con los ácidos nucleicos y las proteínas da lugar a las nucleoproteínas. Tiene gran importancia para el crecimiento, acumulándose en los meristemas de los tallos y raíces, que en el espárrago son muchos, donde la multiplicación celular es intensa.

**Potasio.-** La mejor fuente la constituye el Sulfato de Potasio, debido a los beneficios que atraen el anión sulfato en suelos alcalinos como agente neutralizador del pH. Como el Potasio excesivo deprime la absorción del magnesio, el Sulfato doble de Potasio y Magnesio es un excelente fertilizante para el espárrago.

Para suministrar Nitrógeno se utilizará Urea, para el Fósforo se usará Superfosfato triple o DAP, y para el Potasio se aplicará Muriato de Potasio; se puede utilizar otros fertilizantes dependiendo de los precios de los productos. Ocasionalmente se podrían presentar algunas deficiencias de micro nutrientes en el suelo, especialmente de Zinc, el cual aparece en bajas concentraciones en algunos análisis de suelos; para evitar esto se complementa la fertilización básica con bioestimulantes y con fertilizantes foliares como el Stimufol que incluyen micro elementos (6).

Las recomendaciones de fertilización para el cultivo del espárrago en la Península de Santa Elena son las siguientes: 11 sacos de 50 kg/ha de Urea, 4 sacos de 50 kg/ha de Superfosfato y de 13 sacos de 50 kg/ha de Muriato de Potasio (10).

El fertilizante se aplica al momento de la siembra, tanto dentro como sobre el surco, y luego durante la vida de la plantación se utiliza el "fertirriego" que consiste en aplicar el fertilizante a través del sistema de riego.

## **2.6 Riego y Calidad del Agua.**

El cultivo de espárrago necesita para completar su ciclo vegetativo, que es de aproximadamente tres a cuatro meses, la cantidad de alrededor de 2,200 m<sup>3</sup> de agua con riego por goteo por hectárea. Este sistema de riego ayuda a la uniformidad del requerimiento de agua diaria del cultivo de espárrago y adicionalmente, se lo utiliza también para las fertilizaciones racionadas cuando el cultivo más lo necesita. Se ha comprobado que el sistema de riego por goteo es más eficiente y el que rinde los mayores rendimientos en la producción (14).

## **2.7 Control de malezas**

El control de malezas se realiza para evitar la competencia por agua, luz, y nutrientes argumentando que algunas malezas son hospederas de enfermedades e insectos. En el invierno donde llueve varias horas al día, el problema de malezas es mayor que en otros períodos. Se realizan dos tipos de controles:

**Control químico**, consiste en la utilización de herbicidas para el control de gramíneas y malezas de hoja ancha.

**Control manual**, consiste en arrancar con la mano las malezas o con la ayuda de un machete (10).

## 2.8 Control de Plagas y Enfermedades

Las enfermedades más reportadas que atacan al cultivo del espárrago en nuestro país son las producidas por hongos tipo: *Fusarium oxysporum*, *Cercospora asparagi*, y *Stemphyllium* spp. (10). Para su control se utilizan fungicidas de origen sistémico como Ridomil, Daconil, Pilarven, Benlate. La proliferación de hongos y enfermedades en general es mayor en invierno por tal motivo los controles se intensifican durante esta época. Entre los síntomas característicos de estas enfermedades son los siguientes:

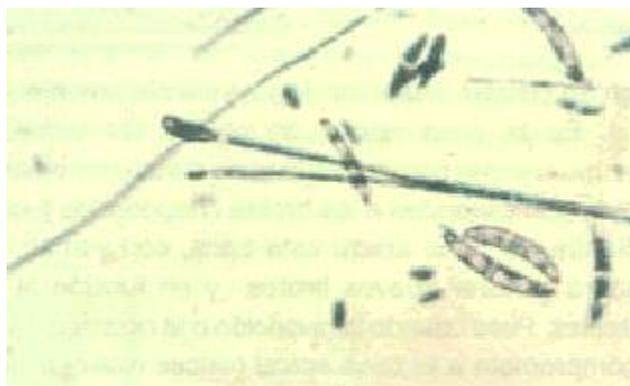
Fusariosis, Marchites, Pudrición de Raíces, Pudrición de la corona, (*Fusarium* spp.): Es el principal patógeno que afecta al espárrago, a nivel mundial. Este hongo al infectar la corona, el órgano más importante del espárrago, puede llegar a matar la planta, la corona contiene a las raíces preservantes y las yemas, las cuales generan la parte foliar, si estos órganos son dañados se tendrá una alta reducción en el rendimiento y reducirá la vida de la esparraguera (18). En el (Anexo E) detallamos el ciclo de la enfermedad causada por este hongo.

Los síntomas ocasionados por *Fusarium* spp. son los ocasionados al tejido vascular en los diferentes órganos del espárrago. A nivel de las raíces, ocasiona decoloración del cilindro central. En coronas se observa necrosis y decoloración de la parte interna de las yemas. En tallos se produce una pudrición que se inicia en la parte basal del tallo y se prolonga hacia la parte superior del tallo. En grados avanzados de la enfermedad, se encuentran una pudrición total a nivel de la corona, lo cual ocasiona la muerte de la planta (18) ( ver Fig.2.1,2.2).



**Figura 2.1. Decoloración de los haces Vasculares causadas por *Fusarium spp.***

FUENTE: Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú. Primera edición 2000. Velásquez Guillermo y Apaza Walter.



**Figura 2.2. Macroconidios y microconidios de *Fusarium spp.***

FUENTE: Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú. Primera edición 2000. Velásquez Guillermo y Apaza Walter.

*Cercosporiosis*, (*Cercospora asparagi*): Es un patógeno foliar que afecta a las partes aéreas del espárrago, son organismos que dependen en alto grado de las condiciones medio ambientales especialmente de la temperatura y humedad relativa.

Este patógeno produce lesiones necróticas ovales de diferente tamaño sobre el follaje (cladiolos, ramas y tallos) (ver Fig.2.3). Las manchas en las ramas tienen un centro de color rojizo rodeado por un anillo marrón oscuro y un halo clorótico, mientras que las manchas en el tallo principal son oscuras y alargadas (ver Fig.2.4). Los brotes y tallos delgados que se encuentran afectados con manchas pueden amarillarse y finalmente secarse. El mayor daño producido por este patógeno en el espárrago es durante el proceso de secamiento y defoliación etapa de cosecha, lo cual reduce el área fotosintética activa y la capacidad de retorno de los carbohidratos a la corona ( ver Fig.2.5).



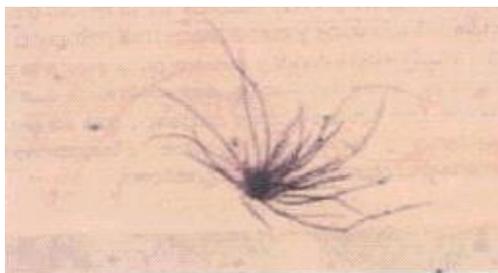
**Figura 2.3. Manchas Necróticas en ramas de espárragos  
causadas por  
*Cercospora asparagi*.**

FUENTE: Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú. Primera edición 2000. Velásquez Guillermo y Apaza Walter.



**Figura 2.4. Manchas en tallos de espárrago ocasionadas por *Cercospora asparagi*.**

FUENTE: Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú. Primera edición 2000. Velásquez Guillermo y Apaza Walter.



**Figura 2.5. Conidioforos y conidias de *Cercopopora asparagi***

FUENTE: Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú primera edición 2000. Velásquez Guillermo y Apaza Walter.

Mancha púrpura, (*Stemphylium vesicarium*): Es un hongo que tiene comportamiento similar al de *Cercospora* spp., ocasiona necrosis de células vegetales.

En ramas, los síntomas característicos son manchas ovaladas redondeadas, con un halo rojizo o púrpura, debido a ello se le conoce con el nombre de la “Mancha púrpura”. En los cladiolos, se producen manchas pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro. En los tallos, las lesiones pueden estar rodeadas de un halo de apariencia aceitosa, en grados muy severos, pueden producir defoliación y necrosis del follaje. A nivel de turiones de espárrago verde este hongo, ocasiona lesiones pequeñas, este daño esta asociado a heridas producidas por partículas de arena llevadas por el viento, debido a ello las lesiones se ubican de un lado del turión, el cual esta en un sentido del viento predominante (18).

La diferencia entre las manchas de *Cercospora* spp. y *Stemphylium* spp., es que este último patógeno produce lesiones más pequeñas y ligeramente hundidas las cuales por lo general se encuentran juntas al momento de parasitar las plantas ( ver Fig. 2.6).



**Figura 2.6. Manchas Necróticas en ramas de espárragos  
causadas por *Stemphyllium* spp.**

FUENTE: Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú. Primera edición 2000. Velásquez Guillermo y Apaza Walter.

Para el control de estos agentes fitopatógenos se utiliza alternadamente fungicidas sistémicos y de contacto tales como Mancozeb, Clorotalonil, y Benomyl (10).

Es de suma importancia mantener las hojas libres del ataque de plagas y enfermedades, ya que un ataque severo de insectos o de hongos aceleraría el proceso de secado del follaje, trayendo como

consecuencia una aparición temprana de brotes y una merma en la producción debido a una disminución en la acumulación de reservas en el rizoma de la planta, presentándose turiones más delgado en la época de cosecha.

## **2.9 Cosecha**

Un mes antes de iniciarse la cosecha se suspende el riego para producir un estrés hídrico en la planta, con esta labor comienza a secarse el follaje y una semana antes de la cosecha se corta el follaje. El follaje es colectado en los caminos secundarios, entre un lote y otro el cual puede ser utilizado para elaborar materia orgánica (5).

La cosecha debe realizarse lo más temprano posible para aprovechar las bajas temperaturas y alta humedad relativa generalmente prevalecientes durante las primeras horas de la mañana. Los dos factores a considerarse en la época de cosecha son el desarrollo general y el vigor de la plantación logrado durante el crecimiento vegetativo, generalmente se hacen dos cosechas al año (6) (ver Fig.2.7). Para la cosecha se corta la base a unos 23 cm. de largo, cada jornalero lleva colgado un balde en la cintura donde los depositan. El cuchillo de cosecha debe colocarse en posición paralela,

introduciéndolo en el terreno hasta la profundidad deseada para luego inclinarlo y efectuar el corte. Al final de cada carrera están las gavetas donde se colocan los turiones cosechados, cada gaveta llena debe ser llevada a la empacadora para que el producto comience a ser procesado. Los rendimientos que se esperan obtener para el primer año es de 3.285 kg/has, para el segundo año 4.380 kg/has, el tercer año 5.110 kg/has, el cuarto año 6.205 kg/has, y a partir del quinto hasta el décimo se espera un rendimiento de 7.625 kg/has (7).



**Figura 2.7. Cosecha en Agrozaisa, 2003**

## **CAPÍTULO 3**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 Localización del estudio.**

El proyecto se realizó en la Península de Santa Elena, la cual esta localizada al Suroeste de la Cuenca Hidrográfica del Río Guayas y posee una extensión de 6050 Km. Sus límites al Norte con la Provincia de Manabí al sur y oeste con el Océano Pacífico y al este con el Cantón Guayaquil. Este proyecto se lo realizó en la fase de campo en las empresas comunitarias Agrozaisa y Espopesa, son empresas con que cuenta la ESPOL, en las Comunas de Zapotal y Pechiche, respectivamente. Ubicadas en el Km. 95 y 110 de la vía

Guayaquil-Salinas. El trabajo de laboratorio de fitopatología se lo realizó en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción de la ESPOL, en la ciudad de Guayaquil.

### **3.2 Incidencia de Plagas y Enfermedades.**

Se realizaron 3 visitas de diagnóstico Fitopatológico de campo, tanto en Agrozaisa como Espopesa, donde se realizó una inspección visual de los síntomas y signos presentes, además también se verificaron insectos presentes. En el (Anexo D) se nombran las principales plagas que atacan al cultivo del espárrago. De este diagnóstico preliminar se concluyó que existía una mayor presencia de agentes fitopatógenos en el cultivo. Así que de acuerdo a los objetivos del presente estudio, se cumplieron las metodologías apropiadas para la identificación y diagnóstico fitopatológico de las mismas, tales como: muestreo dirigidos, recolección de muestras, aislamiento, identificación y pruebas de patogenicidad. Estas se detallan a continuación:

### 3.3 Muestreo de tejido vegetal.

Los muestreos se realizaron en las empresas Agrozaisa y Espopesa (ver figura 3.1), con una extensión de 20 has respectivamente, el número de muestras de tejido vegetal de espárrago en cada hacienda se determinó tomando en cuenta los siguientes parámetros(13): Hectáreas sembradas (has), precipitación pluvial (pp.) y altura sobre el nivel del mar (asnm). Estos datos fueron obtenidos en la empresa Agrozaisa y Cedegé. A los factores (ha, asnm y pp.) se le asignaron valores ponderativos así a la empresa con menor superficie se le asignó el valor de 1 y de 3 al de mayor superficie, para los otros dos factores (asnm y pp.), el procedimiento fue igual. Esto de acuerdo a que la mayor inductividad del suelo podría estar dada por una mayor humedad y temperatura moderadas del suelo.

De acuerdo a la disponibilidad de los recursos con se contaba, se consideraron un número de 30 muestras que podrían ser tomadas y procesadas. Posteriormente con los datos definidos del factor de ponderación total y el número total de sitios por muestrear, se realizaron los cálculos respectivos para estimar el número de muestras por empresa con la siguiente ecuación (13):

$$N_i = n * \frac{(S_{wi}) (A_{wi}) (P_{wi})}{\sum_1^n (S_{wi} * A_{wi} * P_{wi})}$$

**DONDE:**

**N<sub>i</sub>** = Número de muestras por empresa i

**n** = Número total de muestras a procesar

**S<sub>wi</sub>** = Ponderación de la superficie de la localidad i, i = 1,....n

**A<sub>wi</sub>** = Ponderación de la altura sobre el nivel del mar de la localidad i,

i = 1,....n

**P<sub>wi</sub>** = Ponderación de la precipitación pluvial de la localidad i, i =

1,....n



**Figura 3.1: Muestreo de tejido vegetal en el cultivo de espárrago en la Hacienda “Agrozaisa”, 2003**

### **3.4 Recolección de muestras.**

Para la toma de las muestras se siguió un esquema de forma dirigida buscando plantas que mostraran síntomas y signos, que evidenciaran la presencia de enfermedades. Se colectaron 15 muestras por etapa fenológica: Semillero, Vegetativa, y Cosecha. Se emplearon los siguientes materiales y herramientas: machete, palas, carretas, fundas, etiquetas, etc.

El primer muestreo se lo realizó en la etapa de semillero en el mes de junio/03, en la Empresa Espopesa. El segundo y tercer muestreo se lo realizó en la Empresa Agrozaisa, en los meses de agosto y noviembre del 2003, respectivamente. Las muestras fueron colectadas en las horas mañana y depositadas en fundas individuales y finalmente etiquetadas. Posteriormente fueron trasladadas a los laboratorios de fitopatología de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la FIMCP (Anexo C), para su procesamiento (ver figura 3.2).



**Figura 3.2. Recolección de muestras en la Hacienda  
“Espopesa”, 2003**

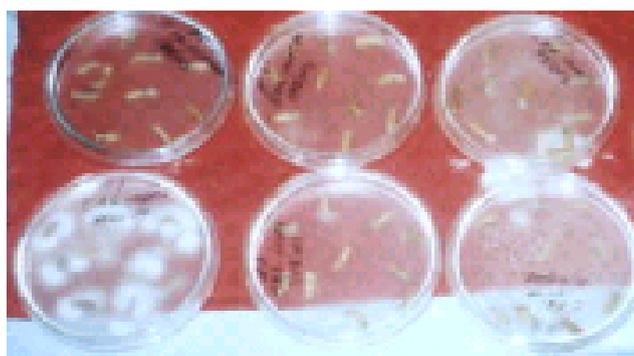
### **3.5 Procesamiento de muestras.**

En la Unidad de Diagnóstico Fitopatológico de la FIMCP, se procedió a procesar las muestras colectadas del campo. Las plantas de las muestras colectadas fueron primeramente lavadas con el fin de limpiarlas de todo material extraño. Finalmente fueron dejadas a temperatura ambiente para que se sequen.

### **3.6 Aislamiento.**

De las plantas colectadas se seleccionaron partes del tejido vegetal del rizoma, raíces y tallo, las mismas que fueron cortadas con la ayuda de una tijera previamente desinfectada, en pequeños trocitos de 1 cm. de diámetro, en un número total de 10. Posteriormente se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1.5% durante 1.0 a 3.0 minutos, y luego se lavaron con agua destilada, para eliminar algún residuo de cloro. Finalmente se transfirieron a cajas petri que contenían PDA (papa dextrosa agar), el cual es un medio general para el aislamiento y crecimiento de hongos, posteriormente las cajas fueron selladas con kemplack (ver figura 3.3.). Todo este procedimiento se lo realizó en forma aséptica en una cámara de aislamiento.

La elaboración de este medio fue la siguiente. En un matraz de 500 ml. se colocaron 39 gr. de PDA que se lo disolvió en 1 lt. de agua destilada se agitó manualmente y se tapó con algodón y papel aluminio para luego ser colocado en el autoclave para su respectiva esterilización a 15 libras de presión por un período de 20 minutos, (Anexo B). Al finalizar el proceso de esterilización se lo dejó enfriar pero no por mucho tiempo para que no pueda solidificarse (13). Las cajas petri sembradas se incubaron a una temperatura constante de 28 °C y un fotoperiodo de 12:12. Luego a los 7 días los aislamientos se transfirieron a otras cajas petri para su purificación (ver figura 3.3.1.).



**Figura 3.3. Cajas Petri con crecimiento micelial, 2003**



**Figura 3.3.1. Aislamiento de las muestras  
2003**

### **3.7 Identificación de los agentes causales.**

Con la ayuda del microscopio y de claves taxonómicas se procedió a la identificación de las estructuras encontradas: condinios, macroconidias, microconidias, fiálides, conidióforos y clamidosporas (12) y (16).

### **3.8 Purificación.**

A los 7 días después de la siembra (dds), se verificaron las colonias que habían crecido, se identificaron en forma preliminar y seleccionadas antes de ser purificadas. El proceso de purificación consistió en separar 1 cm<sup>2</sup> de la cepa con un sacabocado y transferirlo con la ayuda de pinzas a otra caja petri, que contenía PDA. Las colonias fungosas que se purificaron se incubaron a una temperatura de 28-28.5 °C. Posteriormente se las emplearían para producir el inóculo requerido en las pruebas de patogenicidad.

### **3.9 Pruebas de Patogenicidad y Bioensayos.**

Se las realizó con la finalidad de comprobar la capacidad que tienen los agentes fitopatógenos (cepas de hongos) para producir enfermedades en las plantas. En este caso se inocularon las plántulas mediante inmersión del sistema radical en una suspensión acuosa de los aislamientos encontrados. De esta manera se cumplió con los Postulados de Koch, que son las herramientas metodológicas que se emplean comúnmente en los Centros de Investigación y Servicios para el diagnóstico de enfermedades en cultivos agrícolas.

Debido a la importancia que tenían estos postulados para nuestro estudio se anotan a continuación (1):

- El patógeno debe encontrarse asociado con la enfermedad en todas las plantas enfermas que se examinen.
- El patógeno debe aislarse y desarrollarse en un cultivo puro en medios nutritivos y se deben describir sus características o bien debe permitirse que se desarrolle sobre una planta hospedante susceptible y registrar su presencia y los efectos que produzca.
- El patógeno que se desarrolle en un cultivo puro debe ser inoculado en plantas sanas de la misma variedad o especie en que se apareció la enfermedad en las plantas inoculadas.
- El patógeno debe aislarse una vez más en cultivo puro y sus características deben corresponder a las anotadas en el segundo punto.

### **Instalación del Ensayo para las Pruebas de Patogenicidad.**

Al mismo tiempo que se realizaban los trabajos de purificación, se hicieron pruebas de germinación de semillas de espárrago, de una variedad brasileña con el fin de obtener plántulas de espárrago; sin embargo no se tuvieron resultados satisfactorios, posiblemente por la calidad de semillas que se había podido conseguir. Posteriormente y dada la necesidad de tener estas plántulas se seleccionaron plántulas sanas de un vivero que se encuentra en la ESPOL. En ese mismo tiempo ( enero/004 ) se instaló un bioensayo en el Laboratorio de Fitopatología (ver Fig.3.4).

El suelo que se empleó se colectó del Centro de Enseñanza Agropecuario, en un total de 40 Kg. Este fue esterilizado en el autoclave por 4 horas a 20 libras de presión se lo dejó enfriar por espacio de una hora a temperatura ambiente para luego ser trasladado a tarrinas donde se colocarían las plántulas. Las raíces de las mismas fueron sumergidas en una solución de conidias por un tiempo de tres minutos para finalmente ser transplantadas en las tarrinas.

El diseño estadístico empleado utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 11 tratamientos y tres repeticiones para así validar la información. Se utilizaron 10 tratamientos de diferentes cepas de *Fusarium* spp., más un testigo (Agua destilada), se procedió a realizar evaluaciones a los 7 y 14 días para medir la incidencia del inóculo o sea el número de plantas muertas. En el siguiente cuadro mostramos los datos obtenidos:

TABLA 6

## Pruebas de Patogenicidad

Maceta	Tratamientos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	
3	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	
$\sum x_{i.}$	0	2	3	2	2	2	2	1	2	1	0	$\sum x_{..} = 17$
$\bar{x}_{i.}$	0	0.67	1	0.67	0.67	0.67	0.67	0.33	0.67	0.33	0	$\bar{x}_{..} = 5.67$

Fuente: Autor, 2004



Figura 3.4. Bioensayo realizado en la Unidad de Diagnostico Fitopatológico, 2004

### **Incidencia y Severidad.**

Una vez instalado el ensayo a los 7 y 15 ddt, aproximadamente, se determinó la incidencia de las plantas con síntomas por medio del conteo del número de plantas afectadas con relación al total de plantas trasplantadas.

A los 15 días se procedió a evaluar la severidad del daño del sistema radical, en donde se tomaron las plantas con síntomas de marchitamiento, se las lavó y con la ayuda de un estilete estéril se realizó un corte transversal a nivel del sistema vascular de la raíz, para establecer la severidad del daño por parte de *Fusarium* spp. Se trabajó con la siguiente escala: 1= sin enfermedad y necrosis en el sistema radical; 2= 0-25%; 3= 25-50%; 4= 50-75%; 5= 75-100% (10).

## **CAPITULO 4**

### **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

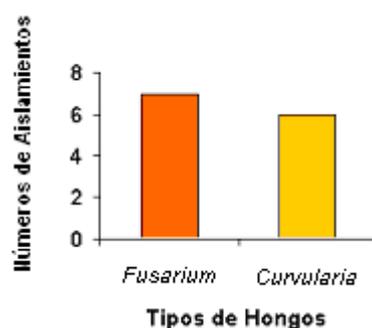
#### **Muestreo de tejido vegetal.**

Se realizaron tres muestreos en las etapas de semillero, vegetativa, y cosecha, donde se recolectaron 15 muestras por cada una de las etapas.

Se colectaron plantas con síntomas como: amarillamiento, marchitamiento, y otros síntomas específicos de ser afectadas por agentes fitopatógenos. El número total de muestras procesadas de tejido vegetal enfermo en el Laboratorio de Fitopatología fueron de 45.

### **Aislamiento e Incidencia *in vitro*.**

A los 7 días aparecieron las primeras colonias de hongos de los tejidos vegetales aislados. Se realizaron dos evaluaciones a los 7 y 14 días, en cada etapa de siembra. La incidencia *in vitro* total fue de 4,7% (*Fusarium* spp.), 4% (*Curvularia* spp.), 4% (*Fusarium* spp.), 3.3% (*Curvularia* spp.) , 2,7% (*Fusarium* spp.), 2,7% (*Curvularia* spp.), tanto para el primer, segundo, y tercer muestreo respectivamente. Cabe indicar que la incidencia de los aislamientos fue baja en los tres muestreos realizados no detectándose crecimiento micelial en el resto de los tejidos evaluados. A continuación se presenta el esquema de cada muestreo (ver Fig.4.1,4.2,4.3).



**Figura 4.1: Incidencia *In vitro* de hongos encontrados (1er Muestreo)**

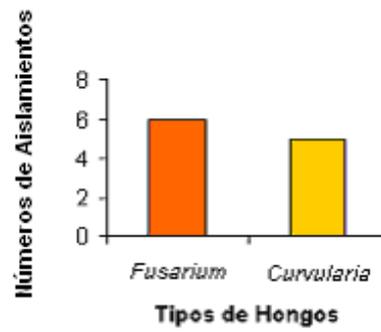


Figura 4.2: Incidencia *In vitro* de hongos encontrados (2do Muestreo)

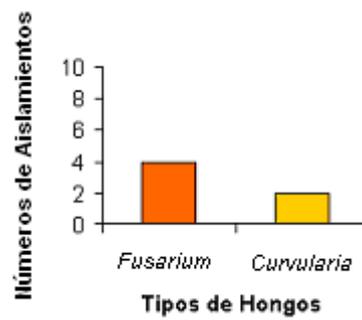


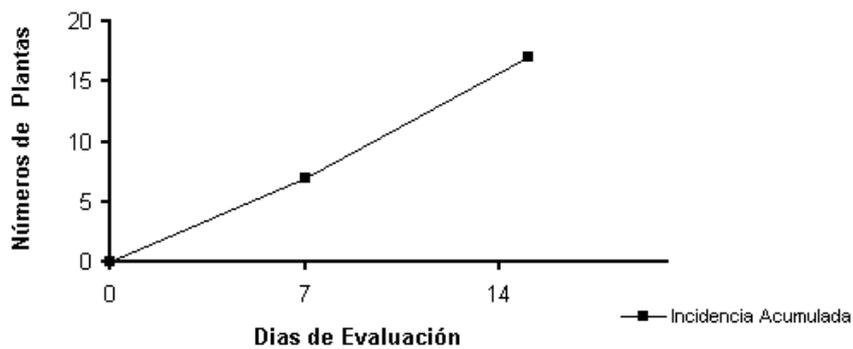
Figura 4.3: Incidencia *In vitro* de hongos encontrados (3er Muestreo)

### **Pruebas de Patogenicidad *In vitro*.**

En el ensayo de patogenicidad, los síntomas en las plántulas se manifestaron a partir de los cinco días después del trasplante (ddt) en los diversos tratamientos. Los síntomas incluían amarillamientos, marchitamientos y muerte de las plantas afectadas. Se realizaron dos evaluaciones a los 10 y 15 ddt, con el fin de determinar la incidencia y severidad en las plantas afectadas.

La incidencia de plantas muertas en los tratamientos estuvo entre el 15% y 18%, contrario al tratamiento testigo (T.11), en el cual la incidencia fue de 0% (ver tabla 6). La incidencia acumulada de plantas muertas fue del 51,5 % debido posiblemente a efectos del trasplante que por el ataque de patógenos. (ver figura 4.4).

Con relación a la severidad y una vez evaluada según la escala ya descrita anteriormente, la misma fue de 0%. Según el análisis estadístico realizado no hubo significancia estadística ( $p=0.05$ ) y ( $p=0.01$ ) en los tratamientos (Cepas de *Fusarium*), evaluados, con relación al tratamiento testigo, lo que indica que los aislamientos aparentemente fueron no patogénicos.



**Figura 4.4: Incidencia Acumulada de plantas muertas.**

**TABLA 7**

**ANALISIS DE VARIANCIA  
(ADEVA)**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada
Total	32	8.25		
Tratamiento	10	2.92	0.29	1.2
Error Experimental	22	5.33	0.24	

Fuente: Autor, 2004

## CAPITULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. En el diagnostico fitopatológico parte de esta investigación realizado en los suelos esparragueros de las empresas Agrozaiza y Espopesa, se encontraron la presencia e incidencia de los hongos *Fusarium* spp. y *Curvularia* spp.
2. En los trabajos de laboratorio se determinó que la incidencia *in vitro* de los hongos fue en mayor porcentaje para *Fusarium* spp. (51,6%), y *Curvularia* spp.(48.4%).

3. En las pruebas de patogenicidad realizadas con el fin de comprobar la capacidad patogénica de las cepas de los hongos de *Fusarium* spp., podemos concluir que en el Análisis de varianza no se detectó diferencias significativas al 1% (2.30) y 5% (3.26) de probabilidad entre tratamientos, lo que indica que las mismas no fueron patogénicas al cultivo de espárrago.
  
4. En los reaislamientos del bioensayo de las pruebas de patogenicidad realizados se pudo comprobar e identificar la presencia de *Fusarium* spp.,(4%) en las plantas afectadas.
  
5. Que uno de los factores más importantes para evitar presencia de enfermedades fungosas son las labores culturales y el adecuado manejo técnico que se le de en el campo al cultivo desde la siembra hasta la cosecha.
  
6. Las evaluaciones de las enfermedades estudiadas en este caso investigado se las debe realizar dos veces por cada etapa fenológica : Semillero, Vegetativa, Cosecha. Para el caso de *Fusarium* spp., incidencia y severidad se determinará por medio de la escala que mostramos en el ( Anexo F).

Dentro de las recomendaciones que se pueden citar de esta investigación son las siguientes:

1. Realizar evaluaciones periódicas con la finalidad de detectar lo antes posible la presencia de alguna enfermedad fungosa, y así de esta manera se puedan hacer los controles normales.
2. Capacitación técnica del personal en el campo para que de esta manera realicen un mejor control de las enfermedades presentes
3. Poner mas énfasis y ayuda en la realización de este tipo de investigación sabiendo de antemano que las enfermedades fungosas pueden causar la pérdida total del cultivo si no se las detecta a tiempo.

## **APÉNDICES o ANEXOS**

## ANEXO A

### Resumen de los Factores Edáficos e Hídricos para cultivo de Espárrago.

<b>FACTORES</b>	<b>ÓPTIMO</b>	<b>FAVORABLE</b>	<b>DESFAVORABLE</b>
<b>EDÁFICOS:</b>			
TEXTURA	Franco Arenoso	Arena Franco	Limoso-Arcilloso
PERMEABILIDAD	Moder. Rápido	Moderada	Lenta o Rápido
PROFUNDIDAD	Mayor de 1,5m	0,75m a 1,5m	Menor de 0,75 m
DRENAJE	Bueno		
FERTILIDAD(NPK)	Parámetro en nivel alto	2 parámetros en nivel alto	Min. 1 parámetro en nivel alto
BORO	Menor de 10 ppm	10 -15 ppm	Mayor a 15 ppm
<b>HÍDRICOS:</b>			
BORO	Menor a 2 ppm	2 - 5 ppm	Mayor a 5 ppm

Fuente: MIRANDA GALARZA, PAULETTE. "Control de calidad postcosecha en espárrago de exportación en la Península de Santa Elena, Guayaquil-Ecuador".

## ANEXO B

Esterilización del medio de cultivo y otros materiales de trabajo.



Fuente: Autor, 2003

## ANEXO C

Plantas de Espárragos listas para ser procesadas.



Fuente: Autor, 2003

## ANEXO D.

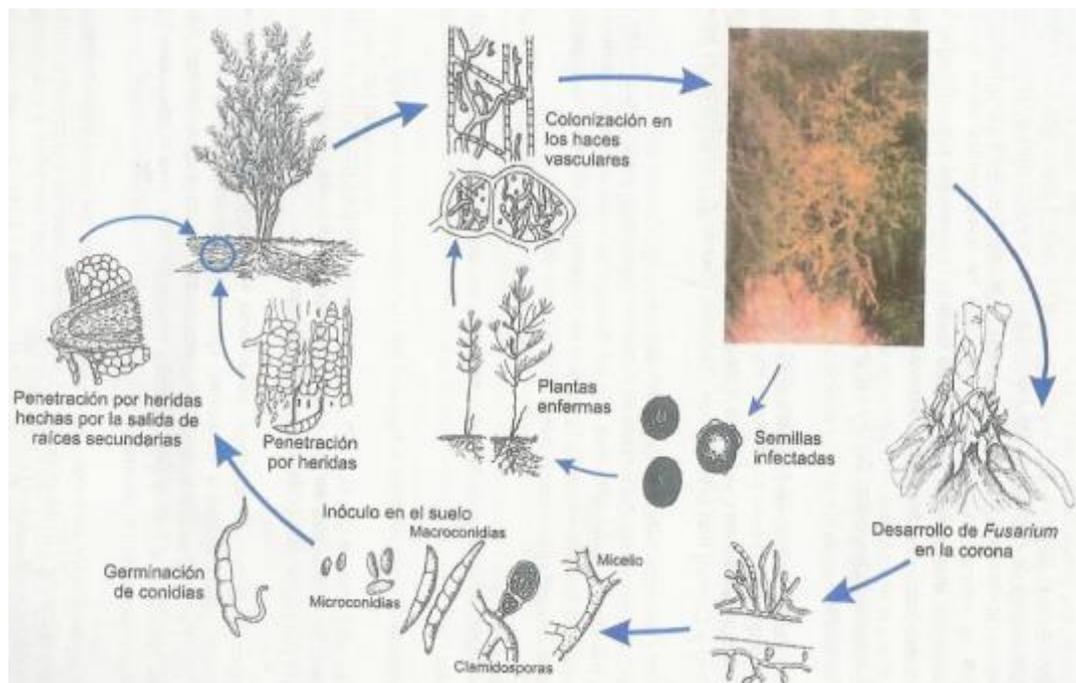
### Principales Plagas en el cultivo del Espárrago.

<b>Nombre Vulgar</b>	<b>Nombre Científico</b>
Gusanos de tierra	<i>Agrotitis spp.</i>
Gallina ciega	<i>Lygirus maimon</i>
Gusano picador de Espárrago	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>
Trips	<i>Thrips tabaci</i>
Mosquilla de los brotes	<i>Prodiplosis longifila</i>
Gusanos comedores del follaje	<i>Copitarsia incommoda</i>
Minador de Tallos	<i>Marmara spp.</i>
Chinche del Espárrago	<i>Euschistus convergens</i>
Arañita roja	<i>Tetranychus urticae</i>
Cochinilla de la raíz	<i>Dysmicoccus brevipes</i>

Fuente: APAZA WALTER. Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú.

## ANEXO E

### Ciclo de la Enfermedad ocasionada por *Fusarium* spp.



Fuente: Apaza Walter. Plagas y Enfermedades del Espárrago en el Perú.

## ANEXO F

Escala para medir la incidencia y severidad de *Fusarium* spp.

Nivel	Porcentaje
1	Sin enfermedad y necrosis
2	0-25%
3	25-50%
4	50-75%
5	75-100%

Fuente: STEMPHENS.C, and ELMER. W, An in vitro assay to evaluated sources of resistance in asparagus to *Fusarium* crown and root rot. Plant disease

## ANEXO G

### Unidades individuales y asociadas de la PSE.

Unidades	Superficie(Ha.)
<b>- Unidades individuales</b>	
Entisoles	149615
Inceptisoles	99625
Aridisoles	99075
Vertisoles	12442
Alfisoles	4905
Molisoles	1070
<b>subtotal</b>	<b>366802</b>
<b>- Unidades asociativas</b>	
Aridisoles/Aridisoles	67288
Inceptisoles/Inceptisoles	55230
Inceptisoles/Vertisoles	13910
Vertisoles/Aridisoles	9630
Aridisoles/Vertisoles	10500
Inceptisoles/Molisoles	7425
Aridisoles/Entisoles	13065
Inceptisoles/Entisoles/Aridisoles	3180
<b>subtotal</b>	<b>179168</b>
<b>Total</b>	<b>546970</b>



Fuente: ESPINEL RAMÓN, Estudio del Potencial Agroindustrial y Exportador de la Península de Santa Elena y de los Recursos Necesarios para su Implantación. 2002.

**BIBLIOGRAFÍA.**

1. AGRIOS G.N, FITOPATOLOGÍA. Departamento de Fitopatología de la universidad de Massachussets.1999 Editorial Limusa s.a Balderas 95. México DF segunda edición.
2. BARNETT H.L and HUNTER BARRY, Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth edition 1972.
3. BEJARANO W, Manual del Espárrago. PROEXANT, Quito, 1992.
4. BOOTH C, Laboratory Guide to the Identification of the Major Species. First edition Commonwealth Mycological Institute. Engalnd.1977.
5. CARRERA PAOLA, “Análisis de los Mercados Potenciales para Espárrago (*Asparagus officinalis*) producido en la zona de Zapotal, Península de Santa Elena”. (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002).

6. CHANG J. Y MOSQUERA F., Estudio de Factibilidad para la Producción y Exportación de Espárrago en la comuna Zapotal, Península de Santa Elena. Guayaquil, 1999.
  
7. ESPINEL RAMÓN, Estudio del Potencial Agroindustrial y Exportador de la Península de Santa Elena y de los Recursos Necesarios para su Implantación. 2002.
  
8. FINCH, H. C. Los Hongos más comunes que atacan cultivos en América Latina.
  
9. MARTINEZ JORGE, El Cultivo e Industrialización del Espárrago (*Asparagus officinalis*, L.) en México. 1977.
  
10. MIRANDA GALARZA, PAULETTE. "Control de calidad postcosecha en espárrago de exportación en la Península de Santa Elena, Guayaquil-Ecuador". 2002.

11. MOSQUERA FAUSTO, Espárragos Productos de Exportación. Volumen 25, 2002.
12. NELSON.P,TOUSSON,T. and MARASAS, W. *Fusarium* species: An illustrated Manual for identification. Pennsylvania State, 1983.
13. QUILAMBAQUI MIGUEL, Distribución y Patogenicidad de Especies de *Fusarium* Asociadas al Declinamiento del Espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en Guanajuato, México. 2002.
14. RODRIGUEZ PABLO, El Cultivo del Espárrago. Colegio de Postgraduados. 1997.
15. ROMERO-COVA.S, Hongos Fitopatógenos. Primera reimpresión. Universidad Autónoma Chapingo. México.
16. STEMPHENS.C, and ELMER. W, An in vitro assay to evaluated sources of resistance in asparagus to *Fusarium* crown and root rot. Plant disease.

17. TREVISAN EDUARDO y GONZALEZ FRANCISCO, Proyecto  
Fitosanitario Península de Santa Elena. Guayaquil -Ecuador. 1997.

18. VELASQUEZ GUILLERMO y APAZA WALTER, Plagas y Enfermedades  
del Espárrago en el Perú. Primera edición 2000.

Otras Fuentes consultadas:

Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones. CORPEI:

**[www.corpei.org](http://www.corpei.org)**.

Ministerio de Agricultura y Ganadería: **[www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)**.