

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS  
EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA JURISDICCIÓN  
DE LA ZONA DE PATATE”**

**JAVIER ABDÓN SANDOVAL ONTANEDA**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR  
2012**

## EXTRACTO

Las investigaciones que se realizan en el cultivo de maíz, sirven como ayuda para mejorar el rendimiento e incrementar la rentabilidad de los campos dentro de una región propicia y apta para el cultivo. En el Cantón Patate el cultivo de maíz es una de las actividades de mayor rentabilidad. Con el convenio entre el Ilustre Municipio de San Cristóbal del Cantón Patate y la ESPE, se realizó la caracterización de las enfermedades fungosas en el cultivo de maíz (*Zea mays*), tiempo en el cual se ejecutaron muestreos periódicos de acuerdo a las etapas fenológicas, en los sectores Manteles (L1), Guapón (L2), Tablón (L3), Mirador (L4) y Tiglia (L5), el monitoreo se llevó a cabo desde la siembra hasta la cosecha, se inició con la patología de las semillas con dos tratamientos (T1= con desinfección Vitavax 200 y T2= sin desinfección) en tres repeticiones; además, la fase de campo fue llevada a la par con la fase de laboratorio donde se analizó muestras de hojas de la planta recolectados en el campo evaluando la incidencia y severidad de infección. El T1 fue efectivo para controlar la presencia de hongos de *Nigrospora*, *Harzia* y causó una disminución de la incidencia de *Fusarium*, en un rango del 46,33% hasta el 69%, sin embargo, no fue eficiente para la población de *Penicillium* y *Aspergillus*. De acuerdo a la incidencia *Fusarium* spp. fue el hongo más prevalente en la etapa V3, con síntomas de tizón y clorosis en las plántulas; seguido por la Roya, con relación a la severidad *Fusarium* obtuvo un 50%. También se evaluaron las poblaciones de nematodos saprófitos y fitoparásitos. En lo concerniente a presencia de malezas L2 obtuvo mayor población y L4 mayor número de especies.

**Palabras Clave:** Semilla, *Zea mays*, Enfermedades, Roya, *Fusarium*, Severidad, Incidencia, Etapas fenológicas, Nematodos, Población, Malezas.

**ABSTRACT**

Some investigations have done in maize cultivation, it has worked like help to improve the performance and increase incoming in the fields inside a region fit for cultivating. In Patate Region maize cultivating is one of the most incoming activities with an agreement between San Cristóbal City hall from Patate Region and ESPE, it was done from fungal diseases characterization in maize cultivating (*Zea mays*). During that time it was done different tests according to phenological stages, in Manteles(L1), Guapón(L2), Tablòn(L3), Mirador(L4) y Tiglia ( L5), the monitoring was carried out since the sowing time until harvest, It began with seeds pathology with 2 treatments (T1=with disinfect Vitavax 200 and T2= without disinfect) in three times; additionally the field aspect was carried out at the same time with the lab aspect where leaves samples were analyzed from the plant collected, evaluating the incidence and the different infections. T1 was effective to control the presence of fungus *Nigrospora*, *Harzia* and produced a decreasing in the incidence from *Fusarium*, in the range 46,33%, however It wasn't efficient to the *Penicillium* and *Aspergillus* population. According to the incidence *Fusarium* spp. It was the most prevalent fungus in V3 stage, with symptoms from tizón and clorosis in immature plant; followed by Roya, in relation *Fusarium* got a 50% also it was evaluated population saprophytic nematodes. It concerned about weeds L2 it got large population and L4 larger number of species.

**KEY WORDS:** Seeds, *Zea mays*, Diseases, *Roya*, *Fusarium*, Severity, Incidence, Phenological Stages, Nematodes, Population, Weeds. .

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS EN EL  
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA JURISDICCIÓN DE LA ZONA D E  
PATATE”**

**JAVIER ABDÓN SANDOVAL ONTANEDA**

**REVISADO Y APROBADO**

---

**Ing. Patricia Falconí.**

DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

---

**Ing. Abraham Oleas.**  
DIRECTOR

---

**Ing. Flavio Padilla**  
CODIRECTOR

---

**Abg. Carlos Orozco B. MSc.**  
SECRETARIO ACADÉMICO

**“CARACTERIZACIÓN DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS EN EL  
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA JURISDICCIÓN DE LA ZONA DE  
PATATE”**

**JAVIER ABDÓN SANDOVAL ONTANEDA**

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>FECHA</b>
<b>Ing. Abraham Oleas</b> DIRECTOR	_____	_____
<b>Ing. Flavio Padilla</b> CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN  
ESTA SECRETARÍA.

---

SECRETARÍA ACADEMICA

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Abraham Oleas.

Ing. Flavio Padilla.

**Certifican:**

Que el trabajo titulado, “**Caracterización de las enfermedades fungosas en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la jurisdicción de la zona de Patate**”, realizado por Javier Abdón Sandoval Ontaneda, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido al contenido científico – técnico expuesto en el presente trabajo recomendamos su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Javier Abdón Sandoval Ontaneda que lo entregue la Ing. Patricia Falconí S., en su calidad de Directora de la Carrera.

Sangolquí, Junio de 2012.

---

**Ing. Abraham Oleas**  
**DIRECTOR**

---

**Ing. Flavio Padilla**  
**CODIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

JAVIER ABDÓN SANDOVAL ONTANEDA

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “CARACTERIZACIÓN DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA JURISDICCIÓN DE LA ZONA DE PATATE”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Junio de 2012.

---

**Javier Abdón Sandoval Ontaneda**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, Javier Abdón Sandoval Ontaneda

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “CARACTERIZACIÓN DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA JURISDICCIÓN DE LA ZONA DE PATATE”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Junio de 2012.

---

**Javier Abdón Sandoval Ontaneda.**



## DEDICATORIA

A Dios por darme el regalo de la vida, a San Lázaro por acompañarme a lo largo de mi proyecto.

A mi Padre Jesús<sup>+</sup>, quien me enseñó el valor del sacrificio.

A lo máspreciado de mi vida: mi madre María Angélica por brindarme su amor incondicional, ser ejemplo de entrega, superación, comprensión e impulsarme en los momentos difíciles de mi carrera.

A Lariza y Katherina por ser mi fuente de lucha, las quiero mucho.

A mis tíos, hermanos; por brindarme su mano para que este proyecto llegue a su feliz término.

**Javier Abdón Sandoval Ontaneda.**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi fuerza para llegar a mi meta, a San Lázaro por brindarme su protección.

A mi Padre Jesús<sup>+</sup>, que durante su existencia pudo enseñarme el valor y la lucha constante de la vida, que a pesar de los tropiezos siempre se busca el camino correcto.

A mis dos madres: María Angélica, ejemplo de lucha, superación, junto con sus experiencias que han cultivado en mi responsabilidad, entrega a cada etapa de mi vida, sin ti Viejita hermosa no hubiera alcanzado mi meta; a mi tía Carmen, ejemplo de progreso, amor, humildad, por brindarme sus consejos, ayuda, creer y confiar en mí. Son las mejores, las amo.

A mis tíos: Luis, Dayse, Miguel, José, que si no fuera por su ayuda y colaboración, nunca hubiera culminado mi carrera, de igual manera a mis tíos: Elsa, Manuel por brindarme y acogerme en su hogar durante mi vida universitaria. Gracias a todos.

A mi amiga y hermana Katherina por sus valiosos consejos que me alentaron en los momentos que sentía desmayar, a mis hermanos: Roberto, Greis, Julia, gracias por su ayuda.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias IASA 1 y a los docentes por impartirme sus valiosos conocimientos.

A mi director y amigo Ing. Abraham Oleas, quien me orientó en todo momento en la realización de este proyecto, al Ing. Flavio Padilla por sus acertadas opiniones en la investigación y apoyo, al Lic. Taco por su fundamental colaboración.

Al Honorable e Ilustre Municipio San Cristóbal del Cantón Patate, al Alcalde Lic. Medardo Chiliquinga, al Departamento Unidad de Desarrollo Agropecuario, al Ing. Danilo Gáelas por su colaboración y apoyo durante la ejecución del proyecto, al Ing. Norman Soria por la ayuda desinteresada en las gestiones realizadas.

A los agricultores: Sr. Iván Muñoz, Marcial Abril, Delfín Changoluisa que me permitieron realizar mi proyecto de investigación y brindaron su ayuda incondicional para su culminación.

A mis amigos: Mónica, Amanda, Ligia, Belén, Marita, Ailyn, José, Luis con los que compartí valiosos momentos dentro de mi carrera universitaria y que me han brindado su verdadera amistad y apoyo en los momentos que más los necesite.

A todas las personas que conocí a lo largo de mi proyecto de investigación y me ayudaron de manera desinteresada.

**Javier Abdón Sandoval Ontaneda.**

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

---

Javier Abdón Sandoval Ontaneda

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

---

Ing. Patricia X. Falconí S.

**DELEGADO DE LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**

---

Ab. Carlos Orozco Bravo, MSc.

Sangolquí, Junio de 2012.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	XVII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VXIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXI
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Maíz.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Clasificación Taxonómica.....	4
2.1.3 Descripción Botánica.....	5
2.1.3.1 Planta.....	5
2.1.3.2 Raíz.....	5
2.1.3.3 Tallo.....	6
2.1.3.4 Hojas.....	6
2.1.3.5 Flores.....	6
2.1.3.6 Fruto.....	7
2.1.4 Importancia.....	7
2.1.5 Usos.....	8
2.1.6 Estados Vegetativos y Reproductivos.....	8

2.1.6.1	Etapa vegetativa.....	8
2.1.6.2	Etapa reproductiva.....	11
2.1.7	Factores que afectan al cultivo.....	15
2.1.7.1	Variedades.....	16
2.1.7.1.1	INIAP 101.....	16
2.1.7.1.2	Blanco Blandito.....	17
2.1.7.1.3	INIAP 111.....	17
2.1.7.2	Malezas.....	18
2.1.7.2	Efectos de las malezas sobre el cultivo....	18
2.1.7.3	Nematodos.....	19
2.1.8	Enfermedades.....	20
2.1.8.1	Descripción.....	23
2.1.8.2	Ciclo de vida de los hongos más prevalentes.....	28
<b>2.2</b>	<b>Cantón Patate.....</b>	<b>30</b>
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>Ubicación del lugar de investigación.....</b>	<b>32</b>
3.1.1	Ubicación Política.....	32
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	33
3.1.3	Ubicación Ecológica.....	33
<b>3.2</b>	<b>Materiales.....</b>	<b>33</b>
3.2.1	Fase de Laboratorio.....	34
3.2.2	Fase de Campo.....	34
<b>3.3</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>35</b>
3.3.1	Fase de Laboratorio.....	35

3.3.1.1	Manejo de las muestras y aislamiento de los patógenos del material vegetal enfermo.....	36
3.3.1.2	Desarrollo de estructuras fungosas colocando la muestra en cámara húmeda.....	37
3.3.1.3	Aislamientos de hongos del tejido vegetal enfermo.....	39
3.3.1.4	Purificación.....	41
3.3.1.5	Caracterización.....	42
3.3.1.6	Patología de la semilla.....	42
3.3.2	Fase de Campo.....	47
3.3.3	Características de la Unidad Experimental.....	48
3.3.3.1	Laboratorio.....	48
3.3.3.2	Campo.....	49
3.3.4	Variables a Medir.....	50
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>54</b>
<b>4.1</b>	<b>Semilla.....</b>	<b>54</b>
4.1.1	Incidencia de hongos.....	54
4.1.2	Hongos identificados en las semillas de maíz.....	55
4.1.2.1	Porcentaje de incidencia de <i>Fusarium</i> .....	60
4.1.2.2	Porcentaje de incidencia de <i>Penicillium</i> .....	62
4.1.2.3	Porcentaje de incidencia de <i>Aspergillus</i> .....	63
4.1.2.4	Porcentaje de incidencia de <i>Nigrospora</i> .....	65
4.1.2.5	Porcentaje de incidencia de <i>Harzia</i> .....	66
4.1.3	Porcentaje de Germinación.....	68
<b>4.2</b>	<b>Campo.....</b>	<b>70</b>

4.2.1	Incidencia de enfermedades.....	70
4.2.1.1	Incidencia de hongos en el lote L1 (Manteles).....	71
4.2.1.2	Incidencia de los hongos en el lote L2 (Guapón).....	72
4.2.1.3	Incidencia de hongos en el lote L3 (Tablón).....	73
4.2.1.4	Incidencia de hongos en el lote L4 (Mirador).....	75
4.2.1.5	Incidencia de hongos en el lote L5 (Tiglia).....	77
4.2.2.	Severidad de los Patógenos.....	79
4.2.2.1	Severidad de los patógenos en el lote L1 (Manteles)....	79
4.2.2.2	Severidad de los patógenos en el lote L2 (Guapón).....	81
4.2.2.3	Severidad de los patógenos en el lote L3 (Tablón).....	83
4.2.2.4	Severidad de los patógenos, en el lote L4 (Mirador).....	85
4.2.2.5	Severidad de los patógenos, en el lote L5 (Tiglia).....	87
4.2.3.	Nematodos.....	89
4.2.3.1	Lote L1 (Manteles).....	90
4.2.3.2	Lote L2 (Guapón).....	91
4.2.3.3	Lote L3 (Tablón).....	92
4.2.3.4	Lote L4 (Mirador).....	93
4.2.3.5	Lote L5 (Tiglia).....	95
4.2.4.	Malezas.....	97
4.2.4.1	Número de malezas/m <sup>2</sup> .....	97
4.2.4.2	Número de especies/m <sup>2</sup> .....	100
4.2.5.	Calidad del material que utilizan como semilla.....	103
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>110</b>



**VIII. ANEXOS.....137**

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 4.1: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de patógenos, en semillas de maíz, desinfectadas y no desinfectadas.....	54
CUADRO 4.2: Incidencia de patógenos en semillas de maíz bajo el efecto de su desinfección.....	59
CUADRO 4.3: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de <i>Fusarium</i> en semillas de maíz, con desinfectante y sin desinfectante.....	60
CUADRO 4.4: Incidencia de <i>Fusarium</i> en la semilla de maíz bajo el efecto de su tratamiento.....	61
CUADRO 4.5: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de <i>Penicillium</i> en semillas de maíz, con desinfectante y sin desinfectante.....	62
CUADRO 4.6: Efecto del tratamiento de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de <i>Penicillium</i> .....	62
CUADRO 4.7: Análisis de variancia de la incidencia de <i>Aspergillus</i> en semillas de maíz, tratadas y no tratadas.....	63
CUADRO 4.8: Incidencia <i>Aspergillus</i> en el tratamiento de la semilla de maíz.....	64
CUADRO 4.9: Análisis de variancia de la incidencia de <i>Nigrospora</i> en semillas de maíz, tratadas y no tratadas.....	65
CUADRO 4.10: Incidencia de <i>Nigrospora</i> en la semilla de maíz bajo el efecto de su tratamiento.....	65
CUADRO 4.11: Análisis de variancia de la incidencia de <i>Harzia</i> en semillas de maíz, tratadas y no tratadas.....	67
CUADRO 4.12: Incidencia de <i>Harzia</i> en la semilla de maíz bajo el efecto su tratamiento.....	67

CUADRO 4.13: Análisis de variancia del porcentaje de germinación de las semillas de maíz, con desinfectante y sin desinfectante.....	69
CUADRO 4.14: Efecto del tratamiento de la semilla de maíz sobre el Porcentaje de germinación de semilla de maíz. ....	69
CUADRO 4.15 Incidencia de hongos en las fases fenológicas del cultivo, sector L4.....	76
CUADRO 4.16 Incidencia de hongos en las fases fenológicas del cultivo, sector L5.....	78
CUADRO 4.17: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 1.....	80
CUADRO 4.18: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 2.....	82
CUADRO 4.19: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 3.....	84
CUADRO 4.20: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 4.....	86
CUADRO 4.21: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 5.....	89
CUADRO 4.22: Población de los nematodos en el lote L1 (Manteles) en cinco evaluaciones, en 100g de suelo con cultivo maíz.....	90
CUADRO 4.23: Población de los nematodos en el lote L2 (Guapón) en cinco evaluaciones, en 100g de suelo con cultivo maíz .....	92
CUADRO 4.24: Población de los nematodos en el lote L3 (Tablón) en cinco evaluaciones en 100g de suelo con cultivo maíz .....	93

CUADRO 4.25: Población de los nematodos en el lote L4 (Mirador) en cinco evaluaciones en 100g de suelo con cultivo maíz .....	94
CUADRO 4.26: Población de los nematodos en el lote L5 (Tiglia) en cinco evaluaciones en 100g de suelo con cultivo maíz .....	95
CUADRO 4.27: Población de malezas por fase fenológica del cultivo de maíz.....	99
CUADRO 4.28: Incidencia de las especies de las cinco evaluaciones en los Lotes de estudio.....	101
CUADRO 4.29: Estadísticas descriptivas de la calidad del material que van a utilizar como semilla .....	104

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1.- Hongos identificados en las semillas de maíz procedentes de los lotes, en los dos tratamientos.....	55
GRÁFICO 4.2: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de patógenos en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón de Patate.....	59
GRÁFICO 4.3: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de <i>Fusarium</i> en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.....	61
GRÁFICO 4.4: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de <i>Penicillium</i> en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.....	63
GRÁFICO 4.5: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de <i>Aspergillus</i> en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.....	64
GRÁFICO 4.6: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de <i>Nigrospora</i> en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.....	66
GRÁFICO 4.7: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de <i>Harzia</i> en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción de la zona de Patate.....	68
GRÁFICO 4.8: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de germinación de semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.....	70

GRÁFICO 4.9: Porcentaje de incidencia de hongos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L1 (Manteles).....	72
GRÁFICO 4.10: Porcentaje de incidencia de patógenos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L2 (Guapón).....	73
GRÁFICO 4.11: Porcentaje de incidencia de patógenos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L3 (Tablón).....	75
GRÁFICO 4.12: Porcentaje de incidencia de patógenos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L4 (Mirador).....	77
GRÁFICO 4.13: Porcentaje de incidencia de patógenos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L5 (Tiglia).....	79
GRÁFICO 4.14: Porcentaje de severidad de los patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L1 (Manteles).....	81
GRÁFICO 4.15: Porcentaje de severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológica, en el lote L2 (Tablón).....	83
GRÁFICO 4.16: Porcentaje de severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L3 (Tablón).....	85
GRÁFICO 4.17: Porcentaje de severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L4 (Mirador).....	87
GRÁFICO 4.18: Porcentaje de la severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L5 (Tiglia).....	88
GRÁFICO 4.19: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L1 (Manteles), en cinco evaluaciones.....	91
GRÁFICO 4.20: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L2 (Guapón), en cinco evaluaciones.....	92

GRÁFICO 4.21: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L3 (Tablón), en cinco evaluaciones.....	93
GRÁFICO 4.22: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L4 (Mirador) en cinco evaluaciones.....	94
GRÁFICO 4.23: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L5 (Tiglia) en cinco evaluaciones.....	95
GRÁFICO 4.24: Población promedio de malezas en los lotes evaluados.....	99
GRÁFICO 4.25: Total de malezas en las etapas fenológicas del cultivo.....	99
GRÁFICO 4.26: Porcentaje de incidencia de las especies de malezas, en las fases fenológicas.....	102
GRÁFICO 4.27: Número de población de especies/m <sup>2</sup> en cinco lotes.....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Cultivo de maíz.....	5
Figura 2.2 Emergencia del coleoptilo.....	9
Figura 2.3 Plántula con la primera hoja.....	9
Figura 2.4 Plántula con dos hojas.....	9
Figura 2.5 Plántula visible con tres hojas .....	10
Figura 2.6 Plántula con seis hojas.....	10
Figura 2.7 Planta con la flor masculina .....	11
Figura 2.8 Dispersión del polen.....	11
Figura 2.9 Planta con los estigmas .....	12
Figura 2.10 Etapa de ampolla .....	12
Figura 2.11 Etapa lechosa.....	13
Figura 2.12 Etapa masosa.....	13
Figura 2.13 Planta con elote lleno de almidón.....	14
Figura 2.14 Malezas presentes en los cultivos.....	18
Figura 2.15 Factores para que se intervienen en una enfermedad.....	21
Figura 3.2 Recolección de muestras.....	36
Figura 3.3 Observación directa de las muestras.....	37
Figura 3.4 Selección de las muestras.....	38
Figura 3.5 Cámara húmeda.....	39
Figura 3.6 Aislamientos de hongos fitopatógeno.....	40
Figura 3.7 Purificación del hongo. ( <i>Harzia verrucosa</i> ).....	42
Figura 3.8 Patología de la semilla.....	44
Figura 3.9 Siembra de la semilla en la caja petri.....	45



Figura 3.10 Semilla tratada con Vitavax 200.....	46
Figura 3.11 Presencia de hongos en las semillas.....	47
Figura 3.12 Medición del terreno.....	50

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXOS

ANEXO A.	Localidades y Labores Culturales.....	124
ANEXO B.	Enfermedades presentes en el Campo.....	126
ANEXO C.	Aislamientos de los patógenos.....	130
ANEXO D.	Evaluación de los nematodos.....	137
ANEXO E.	Principales malezas prevalentes en el maíz.....	138

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es considerado uno de los principales cultivos de la Región Interandina, la superficie cultivada de maíz de altura (suave y duro) fue de 253.050 ha (INEC, 1995).

La producción de maíz se realiza en toda la Sierra y puede dividirse en tres grandes zonas, de acuerdo con los tipos de grano que se cultivan en cada una de ellas. Estas zonas son: **Norte** (Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi) aquí predominan maíces amarillos harinosos (Chaucho, Huandango, Mishca y Chillos); **Central** (Tungurahua, Chimborazo y Bolívar) donde se cultivan variedades de grano blanco harinoso (Blanco Blandito y Cuzco Ecuatoriano); y la **Zona Sur** (Azuay, Cañar y Loja) con cultivos de la variedad Zhima (Silva *et al.*, 2011).

Dentro de la zona Central en el Cantón Patate Provincia de Tungurahua, la principal actividad económica es la agricultura, siendo las comunidades de Manteles, Guapón y San Jorge las de mayor producción (Municipio del Cantón Patate, 2006), allí el cultivo de maíz reviste importancia para los agricultores ya que existe mucha demanda de este producto en el mercado, pocos han investigado sobre las enfermedades en este sector, considerándose de vital importancia el estudio de los factores etiológicos que limitan la productividad (Vallejo, 2007).

Es favorable ofrecer a los agricultores la etiología de cada una de las enfermedades de mayor incidencia a fin de que ellos emprendan sus trabajos de

manejo y mejoramiento en base a problemas correctamente identificados, con una descripción de sus agentes causales y de los síntomas que aparecen en las diferentes etapas fenológicas del cultivo y que causan bajos rendimientos (Padilla, 2011).

El presente estudio presentó como objetivo: Caracterizar las enfermedades fungosas presentes en las etapas fenológicas en el cultivo de maíz en la jurisdicción de Patate.

Finalmente para reforzar la investigación propuesta, se realizó la evaluación de la intensidad de presencia de las malezas y la evaluación de la población de nematodos fitoparásitos.

## **1.1 OBJETIVOS.**

### **1.1.1 Objetivo General.**

Caracterizar las enfermedades fungosas presentes en las diferentes etapas fenológicas en el cultivo de maíz en la jurisdicción de Patate.

### **1.1.2 Objetivos Específicos.**

Ejecutar muestreos periódicos de acuerdo a las etapas fenológicas en el cultivo de maíz, en los tres sectores más representativos de este cultivo en la zona de Patate.

Establecer la prevalencia de las enfermedades que afectan al cultivo de maíz, mediante la evaluación de incidencia y severidad de infección.

Caracterizar los agentes causales de las enfermedades fungosas en las semillas de maíz; así como, de los diferentes órganos de la planta a nivel de laboratorio.

Exponer los resultados obtenidos en la investigación a los agricultores maiceros de las tres comunidades prioritarias, en el marco del convenio suscrito entre la Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias – IASA I y el Ilustre Municipio del Cantón Patate.

### **2.3 HIPÓTESIS**

La presencia de enfermedades en plantas de maíz ocasiona la reducción de la producción.

La presencia de enfermedades en plantas de maíz no ocasiona la reducción de la producción.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 MAÍZ.

Cereal herbáceo ampliamente cultivado para la alimentación humana y como forraje. Esta planta anual, monocotiledónea, es una planta C4 (menor requerimiento de agua para producción de MO), por lo que su producción de materia orgánica es muy intensiva; pero el maíz, con su alto potencial de crecimiento, es una planta que necesita gran cantidad de agua (Da Vince, s/f).

#### 2.1.1 Origen.

Actualmente se acredita con seguridad que es originario de América (zona entre la mitad del Sur de México y el Sur de Guatemala), según los registros fósiles más antiguos, hallados en México, consistentes en muestras de polen de un maíz primitivo que tienen 70 y 80 mil años de antigüedad. En Sudamérica se localizan primordialmente en las zonas costeras del Perú. De estas áreas, el cultivo del maíz fue extendiéndose, primero a América del Norte, y al resto del mundo gracias a la llegada de Colón al continente (Monar *et al.*, 2003).

#### 2.1.2 Clasificación Taxonómica.

Según Garcés (1987) es la siguiente:

DIVISIÓN: Angiosperma.  
CLASE: Monocotiledóneas.  
SUBCLASE: Macrantineas.  
ORDEN: Graminales.  
FAMILIA: Gramínea.  
GÉNERO: *Zea*.  
ESPECIE: mays.  
NOMBRE CIENTÍFICO: *Zea mays*.



**Figura 2.1** Cultivo de maíz.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

### **2.1.3 Descripción Botánica.**

#### **2.1.3.1 Planta**

Gramínea anual de crecimiento rápido y gran capacidad productiva adaptada a diversas condiciones de clima y suelo (Chimbo *et al.*, 2001)

#### **2.1.3.2 Raíz**

Las cuatro o cinco raíces que se desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíces primarias) sólo son funcionales durante los primeros estadios de desarrollo. Estas raíces van degenerando y son sustituidas por otras secundarias o adventicias, que se producen a partir de los ocho o diez primeros nudos de la base del tallo,

situados por debajo del nivel del suelo, formando un sistema radicular denso a modo de cabellera que se extiende a una profundidad variable. A partir de los 4 o 5 nudos por encima de la superficie, emite otro tipo de raíces adventicias más gruesas. Las raíces permanentes se dividen en principales, laterales y capilares llegando a profundizar hasta 2 metros (Océano, 1999).

### **2.1.3.3 Tallo**

El maíz es una planta anual, su tallo es una caña formado por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menos grueso en los entrenudos. El número de nudos es variable en las diferentes variedades, en cada entrenudo hay una depresión como canalito que se extiende a lo largo del entrenudo, cada nudo es el punto de inserción de una hoja (Reyes, 1985).

### **2.1.3.4 Hojas.**

La vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos, las hojas son alternas, sésiles, de forma lanceolada, ancha y áspera en los bordes, lígula corta; llegan hasta 1 metro de longitud, su color visual es verde. El número de hojas por planta varía entre 8 a 25 (Parsons, 1998).

### **2.1.3.5 Flores.**

Es una planta monoica es decir, con flor masculina y femenina que se encuentran en la misma planta, separadas y bien diferenciadas, las flores masculinas



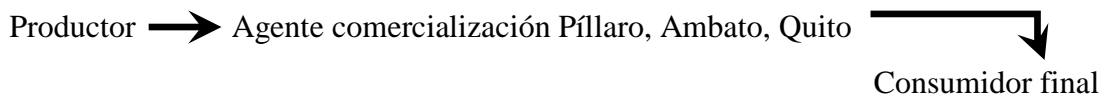
aparecen en la extremidad del tallo en la panoja y están agrupadas en panículas, las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga suele llamarse mazorca y presenta, en su extremidad superior, largos estilos en forma de pincel que reciben el nombre de barbas o sedas (Sevilla *et al.*, 2004).

#### **2.1.3.6 Fruto**

La mazorca o fruto, está formada por una parte central llamada zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca. El zuro, o corazón, representa del 15 al 30% del peso de la espiga. La fecundación de las flores femeninas puede suceder mediante el polen de las panojas de la misma planta o de otras plantas, el fruto y la semilla forma un sólo cuerpo que tiene la forma de una cariósida brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos y dentro del fruto que es el ovario maduro se encuentran las semillas (óvulos fecundados y maduros), la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo, el embrión o germen y pesa aproximadamente 0.3 gramos (Garcés, 1987).

#### **2.1.4 Importancia.**

El maíz ocupa un segundo lugar como cultivo de gran rentabilidad dentro de la agricultura en el Cantón, su comercialización se ve limitada por la escasa venta directa de los productores agrícolas en los mayores centros de comercialización como son las ciudades de Quito, Guayaquil (Municipio del Cantón Patate, 2006).



### **2.1.5 Usos**

El principal uso está destinado a la alimentación humana en forma de choclo, grano seco (tostado), harinas, mote, otros preparados. Además se utiliza en la alimentación animal como forraje (consumo directo de la caña o ensilaje) para ganado ovino, bovino (INIAP, 2008).

### **2.1.6 Estados Vegetativos y Reproductivos.**

Según Belmonte *et al.* (2006), los cambios morfológicos externos e internos que presenta el cultivo durante su crecimiento y desarrollo se dividen en dos etapas Vegetativa y Reproductiva.

#### **2.1.6.1 Etapa vegetativa**

Contempla desde la germinación de la semilla hasta que aparece la hoja bandera y termina el crecimiento del tallo, destacándose el embuchamiento de la flor masculina (espiga). De acuerdo a Acevedo (2005) las etapas de crecimiento que corresponde a la fase vegetativa son:

- VE emergencia.- El coleoptilo emerge de la superficie del suelo.



**Figura 2.2** Emergencia del coleoptilo.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- V1 primera hoja.- Es visible el cuello de la primera hoja.



**Figura 2.3** Plántula con la primera hoja.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- V2 segunda hoja.- Es visible el cuello de la segunda hoja.



**Figura 2.4** Plántula con dos hojas.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- V3 tercera hoja.- Es visible el cuello de la tercera hoja.



**Figura 2.5** Plántula visible con tres hojas.

**Fuente:** Sandoval, 2012

- V(n) enésima hoja.- Visible el cuello de la hoja número “n” (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).



**Figura 2.6** Plántula con seis hojas.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- VT Panoja.- Es completamente visible la última rama de la panícula.



**Figura 2.7** Planta con la flor masculina.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

Es importante el desarrollo de hojas, ya que de la axila de cada una de ellas podría nacer una, futura espiga (flor femenina). Además el maíz elonga su tallo durante esta fase. Cuando se produce la aparición de la panoja (flor masculina) en la punta del tallo (VT), el maíz pasa a su fase reproductiva (Agribusiness, 2011).

### **2.1.6.2 Etapa reproductiva.**

- R0.- Antesis o floración masculina. El polen comienza a dispersarse.



**Figura 2.8** Dispersión del polen.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- R1.- Son visibles los estigmas.



**Figura 2.9** Planta con los estigmas.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- R2.- Etapa de ampolla, los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.



**Figura 2.10** Etapa de ampolla.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- R3.- Etapa lechosa, los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.



**Figura 2.11** Etapa lechosa.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- R4.- Etapa masosa, los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.



**Figura 2.12** Etapa masosa.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- R5.- Etapa dentada, la parte superior de los granos se llena con almidón sólido y cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma

dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.



**Figura 2.13** Planta con elote lleno de almidón.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

- R6.- Madurez Fisiológica, una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35% (Acevedo, 2005).

Las flores masculinas generalmente maduran más tempranamente que las femeninas; es decir, cuando comienza la liberación del polen desde la panoja, las espigas todavía no están maduras (Agribusiness, 2011).

Pero este desfase, que es de pocos días, no impide la fecundación de las flores femeninas contenidas en la espiga, ya que también existe un desfase de polinización entre las plantas del cultivo.

La planta que hasta el momento utilizaba todos sus nutrientes para el desarrollo de hojas, desvía sus recursos para el desarrollo de los órganos reproductivos, como producto de la floración y fecundación se producirán los granos.



Estos elementos tendrán una influencia fundamental en el rendimiento del cultivo (Agribusiness, 2011).

### **2.1.7 Factores que afectan al cultivo.**

El crecimiento y desarrollo de un cultivo es un proceso complejo, los factores se los puede categorizar:

<b>FACTORES GENÉTICOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>						
- <u>Ciclo del cultivo</u>	La duración del ciclo de cultivo y de cada una de sus etapas, están fuertemente ligadas a factores genéticos.						
<b>FACTORES AMBIENTALES</b>							
- <u>Radiación Solar</u>	Las plantas crecen porque producen su alimento a partir de la luz y otros ingredientes, en el proceso de la fotosíntesis. La eficiencia al utilizar la radiación solar, dependerá de su desarrollo foliar.						
- <u>Temperatura</u>	Precisa temperaturas relativamente altas para un máximo desarrollo. Por debajo de los 8°C el crecimiento es nulo, temperaturas superiores, el desarrollo de hojas es más veloz, beneficioso ya que en éstas se produce el proceso de fotosíntesis, producto del cual la planta se alimenta y crece; temperaturas medias asociadas con mejores rendimientos finales del cultivo.						
- <u>Fotoperiodo</u>	Especie de días cortos, su ciclo disminuye al acortarse la duración del día. Por ello es importante una siembra temprana del cultivo, para que cada etapa tenga un desarrollo óptimo, contribuyendo a un mayor rendimiento.						
- <u>Agua</u>	Susceptible a la falta de agua, especialmente en el período entre floración y llenado de grano. Esta etapa es crítica para la determinación del rendimiento del cultivo. El requerimiento hídrico del cultivo de maíz en todo su ciclo es superior a los 550 milímetros.						
- <u>Manejo del Cultivo</u>	<table> <tr> <td>Selección del cultivar</td> <td>Fecha de siembra</td> </tr> <tr> <td>Densidad de siembra</td> <td>Fertilización</td> </tr> <tr> <td>Labranza</td> <td>Control de malezas.</td> </tr> </table>	Selección del cultivar	Fecha de siembra	Densidad de siembra	Fertilización	Labranza	Control de malezas.
Selección del cultivar	Fecha de siembra						
Densidad de siembra	Fertilización						
Labranza	Control de malezas.						

**Fuente:** HSBC. Agribusiness, 2011.

**Elaborado por:** Sandoval, 2011.

### 2.1.7.1 Variedades.

#### 2.1.7.1.1 INIAP 101

Desarrollada por el Programa de Maíz de la E.E. Santa Catalina, en el periodo 1971 a 1979. Tiene como progenitor la variedad Cacahuazintle de México.

Presenta las siguientes características agronómicas:

<b>Altitud</b>	2400-3000 msnm
<b>Zona</b>	Maiceras del Callejón Interandino
<b>Floración femenina</b>	92 días
<b>Altura de planta</b>	1,95 m
<b>Altura de inserción de la mazorca</b>	0,94 m
<b>Número de hileras</b>	12 a 14
<b>Porcentaje de grano</b>	79 %
<b>Porcentaje de tusa</b>	21 %
<b>Tipo de grano</b>	grande, blanco, harinoso
<b>Peso de 100 semillas</b>	74 gramos
<b>Periodo vegetativo</b>	205 días (desde la siembra hasta la cosecha)
<b>Cosecha en choclo</b>	120 a 130 días
<b>Tolerante</b>	Roya ( <i>Puccinia</i> spp.); medianamente la pudrición de la mazorca. ( <i>Fusarium graminearum</i> )



**Fuente:** Peñaherrera, 2011.

**Elaborado por:** Sandoval, 2012.

### 2.1.7.1.2 Blanco Blandito.

Características principales:

<b>Tipo</b>	<b>Suave, Tardío</b>
<b>Altitud</b>	2200 – 2665 msnm
<b>Grano</b>	Blanco harinoso
<b>Altura de planta</b>	2,38 m
<b>Altura a la mazorca</b>	1,30 m
<b>Días de la cosecha en choclo</b>	175 días
<b>Rendimiento</b>	4282 Kg/ha (92 qq/ha) en seco
<b>Usos</b>	en choclo y en grano seco
<b>Asociación con frejol</b>	Si soporta
<b>Zonas</b>	Provincia de Chimborazo



Fuente: Peñaherrera, 2011.

Elaborado por: Sandoval, 2012.

### 2.1.7.1.3 INIAP 111 (Guagal Mejorado)

Características principales.

<b>Tipo</b>	<b>Suave, Tardío</b>
<b>Altitud</b>	2400-2800 msnm
<b>Grano</b>	Blanco harinoso
<b>Origen</b>	Formado por accesiones de tipo Guagal provenientes de la provincia de Bolívar
<b>Altura de planta</b>	2,70 m
<b>Altura a la mazorca</b>	1,60 m
<b>Días de la cosecha en choclo</b>	208 días
<b>Rendimiento</b>	4091 Kg/ha
<b>Usos</b>	Alimentación humana en choclo y en grano seco
<b>Asociación con frejol</b>	Si soporta
<b>Zonas</b>	Se cultiva en la Provincia de Bolívar y Tungurahua



Fuente: Yáñez *et al.*, 2003.

Elaborado por: Sandoval, 2012.

### **2.1.7.2 Malezas.**

Las malezas son plantas que compiten con los cultivos y reducen tanto los rendimientos como la calidad de la cosecha, pues obstaculiza su recolección. De acuerdo a estimaciones de la FAO, los daños ocasionados por las malezas son cuantiosos y a nivel mundial se estiman en más del 15 % del rendimiento de la producción total de los cultivos (Rodríguez *et al.*, 2008).



**Figura 2.14** Malezas presentes en los cultivos.

**Fuente:** Sandoval, 2012.

Rodríguez *et al.* (2008), indican que las malezas de acuerdo a su ciclo de vida se clasifican en: anuales, desarrollan, fructifican y producen numerosas semillas en menos de un año; perennes, suelen vivir más de dos años, se pueden propagar por origen sexual (semillas) y asexual (propágulos vegetativos); y bianuales, desarrollan y germinan vegetativamente el primer año, fructifican y producen semillas el segundo año.

#### **2.1.7.2.1 Efectos de las malezas sobre el cultivo.**

- Plantas que interfieren el desarrollo normal, debido a la competencia por luz solar, agua, nutriente y bióxido de carbono.

- Son hospederos de plagas y enfermedades, permitiéndoles pasar parte de su ciclo de vida, entre las malezas que presentan estas características tenemos:

- Bledo (*Chenopodium* sp.) alberga al barrenador del tallo del maíz
- Trébol (*Oxalis corniculata*) permite que se desarrolle la roya.

Existe gran cantidad de malezas predominantes en el cultivo de maíz (Anexo E).

### **2.1.7.3 Nematodos.**

Según Sillon (2010), existen fuertes interacciones entre nematodos y hongos causantes de las enfermedades de tallo y raíz en el maíz. Los nematodos generan daños en las raíces que son puerta de entrada de los hongos causantes de las enfermedades conocidas como “complejo PTR” (podredumbre de tallos y raíces). Los dos juntos son causantes de enfermedades, conduciendo a mermas del rendimiento si no se controla.

El suelo contiene un universo de organismos que interactúan continuamente, entre los cuales algunos tienen la capacidad de vencer las defensas de las plantas. Mientras los estados fenológicos avanzados de los cultivos hacen más propensa la colonización, debido a factores de estrés que aumenta la susceptibilidad de las plantas al desarrollo de las enfermedades. Así mismo, las prácticas de manejo de los cultivos y los sistemas de labranzas cambian la dinámica microbiana de las poblaciones y abren vías directas de infección.

Las interacciones identificadas son:

- “*Pratylenchus* sp”, favorece infecciones secundarias de *Fusarium* ya que el hongo ingresa a través de las galerías que quedan en las raíces.

- Nemátodo de la Agalla o “*Meloidogyne* sp”, que favorece infecciones secundarias causadas por *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Fusarium* (Sillon, 2010).

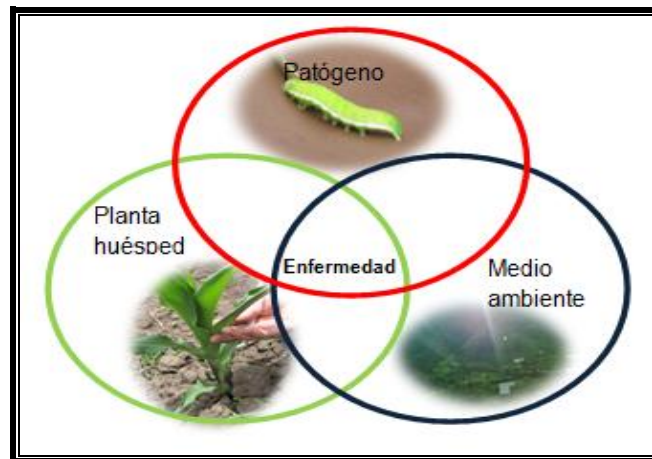
Después que actúan los nemátodos, muchas variedades de hongos invaden los tejidos del cultivo en estados avanzados: *Fusarium graminearum* (forma asexual), *Gibberella zae* (forma sexual), *Fusarium verticilloides* (Syn. *F. moniliforme*), *Stenocarpella* spp. (*Diplodia* spp.) y *Colletotrichum graminicola*; también ingresan con facilidad las bacterias en lugares donde se presentan las lesiones (Sillón, 2010).

### **2.1.8 Enfermedades**

Las enfermedades (fisiología anormal) ocasionarían pérdidas importantes, razón por lo que es fundamental caracterizar las enfermedades emergentes (no registradas previamente), reemergentes (ya identificadas en una región con reapariciones ocasionales y con características epífitas) y estudiar los factores epidemiológicos que conducen a su disseminación y desarrollo (Formento, 2001).

Las enfermedades pueden ser ocasionadas por patógenos o factores ambientales adversos que afectan la síntesis, el movimiento o la utilización de nutrientes y agua, afectando, el aspecto y la producción de la planta hospedante. Los distintos factores que influyen en la gravedad y magnitud de la enfermedad depende del tipo de patógeno, el medio ambiente, la presencia de vectores y la susceptibilidad

del hospedero (cultivo), dichos factores deben estar presentes y en desequilibrio para que se pueda desarrollar la patología (figura 2.15).



**Figura 2.15** Interacción entre los tres factores.

**Fuente:** Pscheidt, 2003.

**Elaborado por:** Sandoval, 2012

De acuerdo con varios reportes en diferentes cultivos y localidades, las enfermedades llegan a causar de 10-12% de pérdida en la producción de un cultivo, pero existen localidades específicas en las que son mayores (Rodríguez *et al.*, 2008).

Según Varón *et al.* (2007), indican que enfermedades foliares causadas por hongos se presentan con mayor frecuencia en las etapas finales del cultivo, y solamente son importantes cuando su aparición ocurre antes de la floración o muy cercana a ella, o cuando son de carácter epidémico, como es el caso de la mancha de asfalto. Si la enfermedad se establece antes de la floración, se pueden producir pérdidas de hasta el 50% en el rendimiento de grano (Shurtleff *et al.*, 1980).

Entre las pudriciones de mazorca más relevantes están las inducidas por especies de *Fusarium*, *Aspergillus* que además de reducir el rendimiento son causa

del deterioro y mala calidad de los granos, debido a la capacidad de producir micotoxinas (Charmley *et al.*, 1994).

Las enfermedades foliares avanzan desde las hojas inferiores hacia las superiores a medida que los azúcares se desplazan de las hojas a las mazorcas; las más importantes que se encuentran en las hojas del maíz son los tizones y las royas, ambas producidas por hongos. Todas estas enfermedades matan una parte importante del área foliar y reducen de este modo la actividad fotosintética. Por lo general, no cubren toda la superficie de las hojas de la planta y ésta no muere, continuando con su acción fotosintética en las partes de la hoja que permanecen verdes y libres de la enfermedad; como consecuencia, la actividad fotosintética general se reduce y la producción desciende (Bandé-Castro *et al.*, 2010).

De origen fungoso, las enfermedades que afectan el follaje del maíz, solamente se mencionan aquellas que por su incidencia y severidad se consideran de importancia económica (Varón *et al.*, 2007). Sin embargo, Paliwal *et al.* (2011) cita que algunas enfermedades son universales y ocurren en casi todos los ambientes donde se cultiva maíz, entre ellas están los tizones, las royas, las manchas de las hojas, tallo y podredumbres de semilla.

Los hongos llevados por la semilla y los habitantes del suelo son los principales responsables del deterioro de la semilla. Los daños causados por los hongos asociados a la semilla dependen de la incidencia que ocurre antes de la cosecha y de las condiciones de almacenaje.



En general los patógenos asociados a la semilla de maíz son los mismos que causan pudriciones de la base del tallo y de las espigas. El hongo *Fusarium verticillioides* es el patógeno más frecuente detectado en la semilla, otros patógenos comúnmente vinculados a la semilla son *Aspergillus* spp., *F. graminearum*, *Penicillium* spp., *Diplodia* spp.

#### **2.1.8.1 Descripción**

Aunque son varias las enfermedades de origen fungoso que afectan al maíz, en este trabajo se mencionan aquellas que por su incidencia y severidad se consideran de importancia económica.

ENFERMEDADES	SÍNTOMAS	AGENTES CAUSALES	CONDICIONES FAVORABLES	HOSPEDEROS	DISEMINACIÓN	SOBREVIVENCIA
Mancha Asfáltica	<p>Manchitas negras y brillantes con formación inicial en las hojas bajas.</p> <p>Desarrollo de “halos” necróticos de color cremoso, siempre con el punto negro en el centro, pueden unirse para secar toda la hoja (Ixcán <i>et al.</i>, 2011).</p>	<p><i>Phyllachora maydis</i></p> <p><i>Monographella maydis</i></p>	<p>Temperaturas de 17 a 22 C y humedad relativa de 75%.</p> <p>Otros factores son; altos niveles de fertilización nitrogenada, siembra de varios ciclos de maíz por año en el mismo sitio, la baja luminosidad.</p>	<p>Maíz</p> <p>Sorgo</p>	<p>Por salpicaduras del agua</p> <p>Viento</p>	<p>Micelio y ascosporas en tejido infectado</p>
Fusariosis	<p>-Raíz: pudrición seca, extremos de la raíz de color rosado.</p> <p>-Tallo: madurez anticipada, tendidura de caña, debilita las cañas.</p> <p>-Hojas: manchas de color verde-grisáceo, luego marchitez amarilla y finalmente se necrosan.</p> <p>-Mazorca: pudrición de granos (<i>F. moniliforme</i>) se observa vellosidad algodonosa, granos maduros con presencia de rayas blancas radiales en el pericarpio. (<a href="http://www.rincondelvago.com">http://www.rincondelvago.com</a>).</p>	<p><i>Fusarium avenaceum</i></p> <p><i>Fusarium moniliforme</i></p> <p><i>Fusarium</i> spp.</p>	<p>Sequía, a principios de la estación y el clima caluroso y húmedo después de la espigazón. Altos contenidos de nitrógeno en el suelo y el bajo contenido de potasio.</p>	<p>Maíz</p> <p>Trigo</p> <p>Babaco</p>	<p>Viento</p>	<p>El hongo pasa el invierno en el suelo y en los restos de plantas como micelio, clamidosporas con paredes gruesas o cuerpos sexuales en algunas especies.</p>
Pudrición de mazorcas	<p>Comienza en la fase de llenado del grano y se asocia con la presencia de insectos.</p> <p>En los granos se presenta una lanosidad de color blanquecina lila (Morante, 2011).</p>	<p><i>Fusarium moniliforme</i></p> <p><i>Pythium</i></p> <p><i>Aspergillus</i> sp.</p>	<p>Temperaturas húmedas</p>	<p>Maíz</p> <p>Sorgo</p>	<p>Viento</p>	<p>Semilla</p>

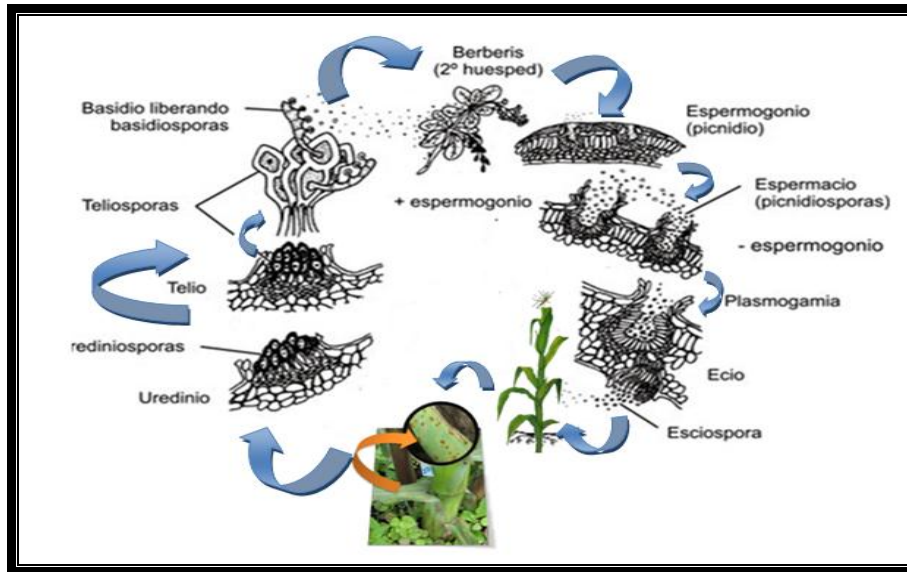
Nigrospora	<p>No son muy notorios hasta que las mazorcas son recolectadas, la característica distintiva es un desmenuzamiento del zuro, normalmente en el extremo, puede haber un micelio gris en los granos, que también están salpicados con masas de pequeñas esporas redondas y negras.</p> <p>Mazorcas afectadas tienen peso ligero, con granza, y los granos ligeramente descoloridos o rayados, pobremente acabados y perfectamente apretados en el zuro (Shurtleff, 1980).</p>	<i>Nigrospora oryzae</i>	Temperaturas suficientemente cálidas para el patógeno.	Arroz, Maíz Sorgo.	Viento	En el invierno como conidias en los granos infectados y en los restos vegetales infectados o en el suelo. Las esporas infectan las plantas jóvenes o las espigas. Las conidias son muy resistentes a las condiciones ambientales.
Tizón foliar	<p>Enfermedad policíclica y necrotrófica a nivel mundial. Presentan manchas paralelas de color castaño claro, tostado o color paja, de forma, por lo general rectangular, alargada, delimitada por dos nervaduras.</p> <p>Los bordes longitudinales de la mancha son casi siempre rectos, bien definidos, a veces de color castaño-rojizo, mientras que los límites transversales son frecuentemente irregulares, no bien definidos y con un halo amarillento, cuando las manchas concluyen, dan lugar a amplias áreas necróticas; ataca principalmente las hojas bajas e intermedias de las plantas jóvenes (Malaguti <i>et al.</i>, 1971).</p>	<i>Drechslera maydis</i>	Épocas de alta humedad, crece bien entre 20-32°C (óptimo 28°C); y largos periodos de mojado foliar y rocío.	Maíz Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> ) pasta Sudán ( <i>S. sudanense</i> ) paja Johnson ( <i>S. halepense</i> ) teosinte ( <i>Euclaena mexicana</i> )	Conidias diseminadas por el viento o salpicadas por el agua	El hongo pasa el invierno como micelio o conidias en los residuos de cultivos o en la semilla, posee largo periodo de latencia

<p>Mancha Foliar por Cercospora</p>	<p>Conocida como mancha gris de la hoja; las lesiones comienzan como manchas pequeñas necróticas regulares y alargadas, de color grisáceo, que crecen paralelas a las nervaduras.</p> <p>A medida que la infección avanza las lesiones forman grandes áreas necróticas, ocasionan secamiento acelerado de la planta, e inducen grandes pérdidas en los rendimientos, especialmente cuando se presenta en las primeras etapas de desarrollo (Varón <i>et al.</i>, 2007).</p> <p>Según Varón <i>et al</i> 2007., algunas veces presenta una infección conjunta con <i>Helminthosporium</i>.</p>	<p><i>Cercospora zea-maydis</i></p> <p><i>Cercospora sorghi var. maydis.</i></p>	<p>Clima húmedo, 23 – 30°C, severa en ambientes con alta humedad relativa y temperaturas bajas en la noche.</p>	<p>Maíz Sorgo</p>	<p>Conidias diseminadas por viento y agua.</p>	<p>El patógeno sobrevive en los residuos de cosechas</p>
<p>Marchitez tardía</p>	<p>El primer síntoma de esta enfermedad es el marchitamiento moderadamente rápido de las hojas, que comienza en el momento de la formación de las panojas. Las hojas se tornan verde opacas y luego se secan. Los haces vasculares del tallo son incoloros.</p> <p>Posteriormente las partes inferiores del tallo se secan, se contraen o ahuecan. Los síntomas en el tallo pueden modificarse por la presencia de organismos secundarios que provocan una podredumbre húmeda, síntomas similar al <i>Fusarium moniliforme</i></p>	<p><i>Cephalosporium maydis</i> Samra, Sabet e Hingorani.</p>	<p>Suelos húmedos con presencia del gusano talador del tallo.</p>	<p>Maíz Sorgo, invaden algunas hierbas como <i>Bromus</i>, <i>Dactylis</i> y <i>Poa</i></p>	<p>Viento.</p>	<p>Semilla Rastrojos de material contaminado</p>

Roya	<p>Más notable cuando las plantas se acercan a la floración. Se le puede reconocer por las pústulas pequeñas y pulverulentas, tanto en el haz como en el envés de las hojas.</p> <p>Las pústulas son de color café claro en las etapas iniciales de la infección; más adelante la epidermis se rompe y las lesiones se vuelven negras a medida que la planta madura (Arrieta <i>et al.</i> 2007).</p>	<i>Puccinia sorghi</i>	Alta humedad (cerca al 100%) y temperaturas entre 16 y 23 °C.	<p>Género de hospederos <i>Erianthus</i> sp., <i>Narenga</i> sp. Especies de <i>Saccharum</i>; género <i>Oxalis</i>(<i>Oxalis curvicolata</i>)</p>	Viento	Hospederos y particularmente como teliosporas
------	---	------------------------	---	--	--------	---

### 2.1.8.2 Ciclo de vida de los hongos más prevalentes.

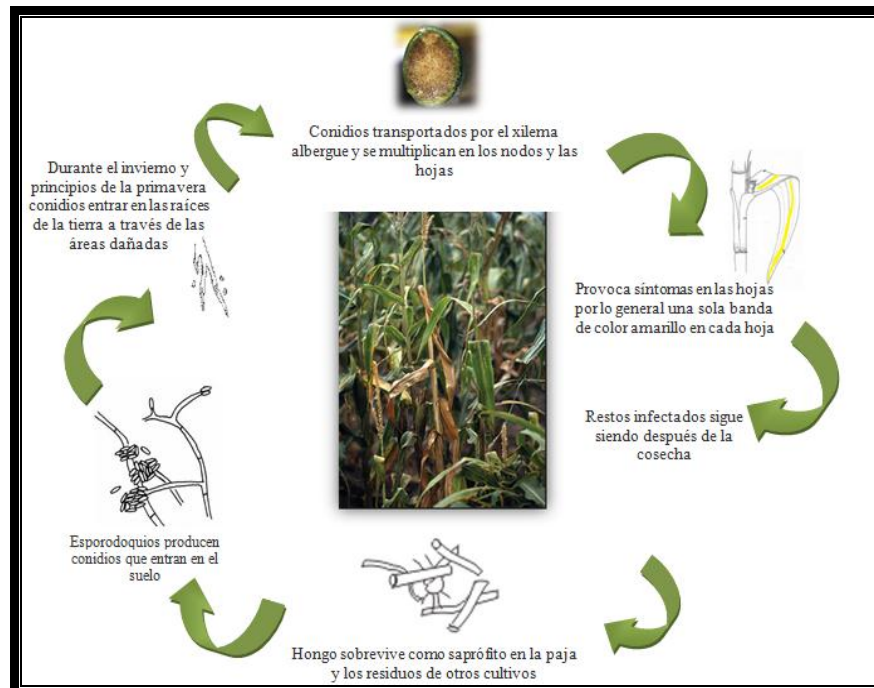
#### ROYA (*Puccinia sorghi*).



Fuente: Menéndez, 2007

Elaborado por: Sandoval, 2012.

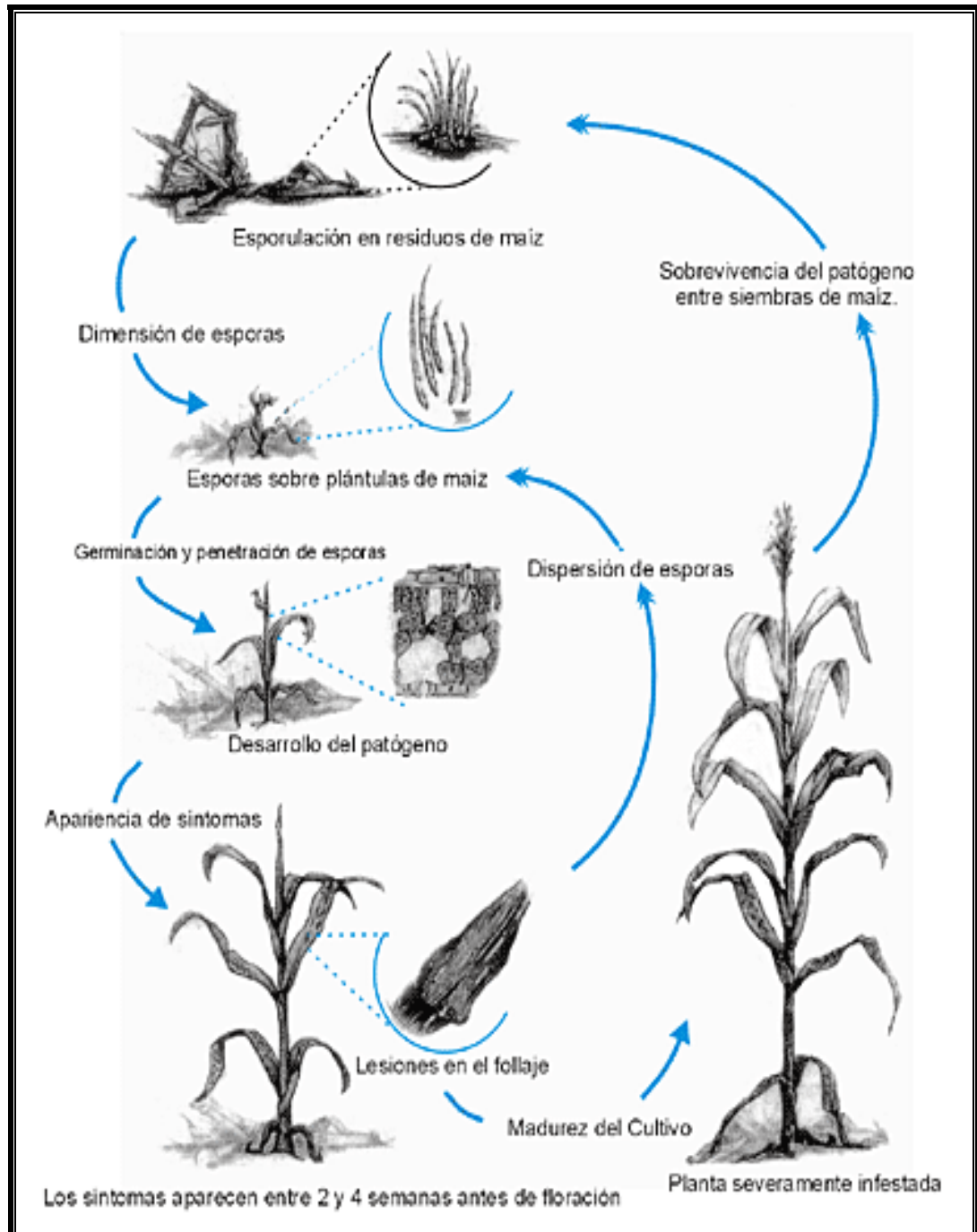
#### MANCHA TARDÍA (*Cephalosporium maydis*)



Fuente: Bittner, 2010.

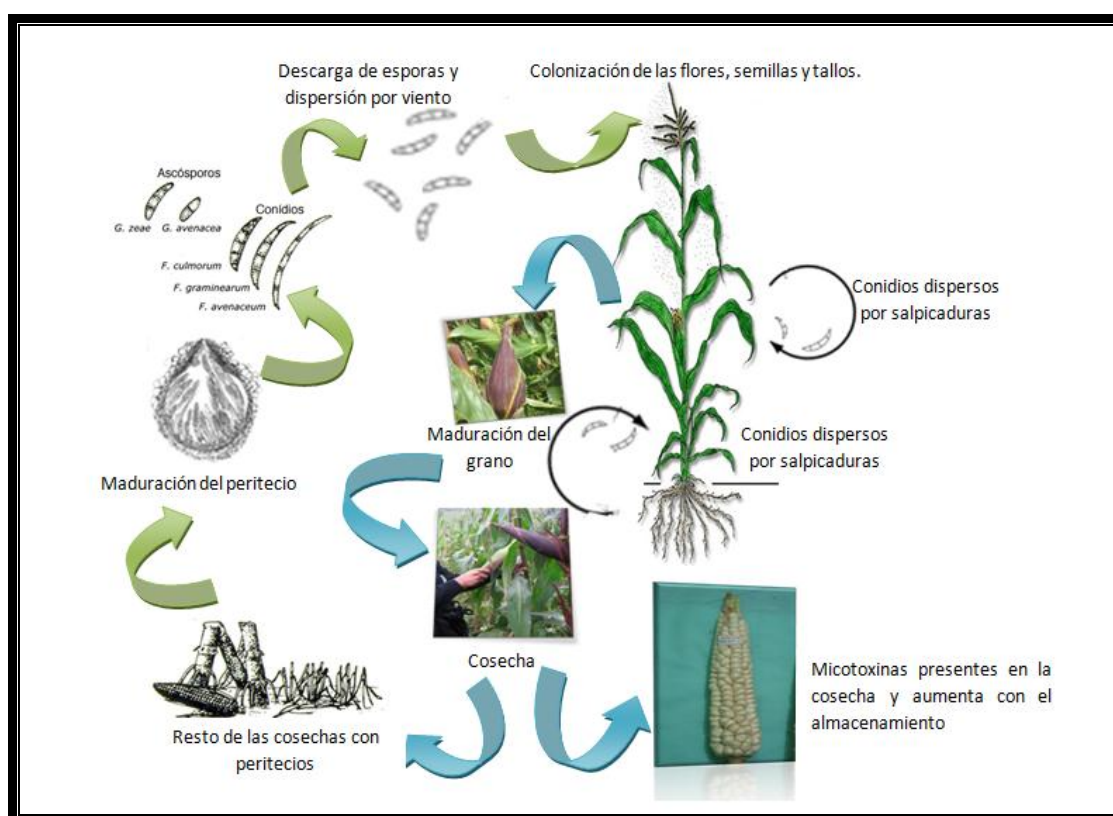
Elaborado por: Sandoval, 2012.

**MANCHA FOLIAR DEL MAÍZ** (*Cercospora zea-maydis*).



Fuente: <http://www.panorama agro.com/Banco/Cultivos/images/>

## FUSARIOSIS (*Fusarium graminearum*)



**Fuente:** Schmale *et al.*, 2009.

**Elaborado por:** Sandoval, 2012.

## 2.2 CANTÓN PATATE

En el año 2000, se determinó que los cultivos de ciclo corto como el tomate de mesa, el maíz entre otros, arrojaron una gran rentabilidad, pues generaron un significativo ingreso económico e incrementó el potencial agrícola del Cantón Patate.

La parroquia La Matriz posee una área de 860,8 ha destinada a la producción de maíz como monocultivo y asociado con fréjol (Municipio del Cantón Patate, 2006).



Sus pisos climáticos son:

<b>Pisos climáticos</b>	<b>Altitud msnm</b>	<b>Temperatura °C</b>
<b>Subtropical interandino Patate (Matriz)</b>	1800-2500	15-20
<b>Temperado interandino</b>	2500-32000	10-15
<b>Frio andino</b>	3200-4650	0-10

**Fuente:** Municipio del Cantón Patate, 2006.

**Elaborado por:** Sandoval, 2012.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Ubicación Política

La investigación de campo se desarrolló en las siguientes localidades:

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
TUNGURAHUA	PATATE	LA MATRIZ	MANTELES	2753,5	9854972,5	781151,5
				2732,5	9854966	781228,5
			GUAPÓN	2811,5	9854555,5	781075,5
				2792,5	9854553	781122,5
			TABLÓN	2902,5	9856207	780167,5
				2883,5	9856183	708128
			TIGLIA	2906,5	9856101,5	780457,5
				2909	9856183	708128
			MIRADOR	2961	9853746	779836
				2959	9853775,5	779849

Elaborado por: Sandoval, 2012.

Los trabajos de investigación en laboratorio se desarrollaron en la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias – IASA I de la ESPE., Laboratorio de Fitopatología ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, Parroquia San Fernando, en la Hacienda “El Prado” (Vaca 2008).

### **3.1.2. Ubicación Geográfica.**

La zona de Patate posee una latitud de  $01^{\circ}10'00''$  a  $01^{\circ}26'40''$  S su longitud es de  $78^{\circ}19'45''$  a  $78^{\circ}31'00''$  con referencia al meridiano de Greenwich, su latitud es de 2260 msnm (Gáneas, 2011).

### **3.1.3. Ubicación Ecológica**

Según Galeas (2011):

Zona de vida.- Corresponde a la zona seca y baja interandina, posee un piso climático correspondiente a templado Interandino.

Altitud.- 2600 msnm.

Temperatura.-  $13-15^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del 80%.

Precipitación.- Es de 764 mm/año.

Suelos.- Arcillosos, húmicos limosos con estructura semicompacta. Posee un pH neutro alcalino.

Vegetación.- Presenta una vegetación xerofítica.

## **3.2. MATERIALES**

### **3.2.1 Fase de Laboratorio.**

#### **- Insumos**

Se utilizaron los siguientes: Muestras de los órganos enfermos del maíz (*Zea mays*), muestras de semillas de maíz, medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar), cloranfenicol, lactofenol, hidróxido de potasio, Vitavax 200, papel toalla, algodón, mascarillas, guantes, marcadores, cloro, alcohol potable, alcohol antiséptico, jabón líquido, agua destilada esterilizada, papel esterilizado, cinta scotch, fundas de polipropileno, micropipetas.

#### **- Equipos Básicos.**

Los equipos básicos utilizados fueron: Autoclave, microondas, incubadora, mechero a gas, cámara de flujo laminar, cámara húmeda, cámara de aislamiento, cámara de luz, microscopio, balanza analítica, estereomicroscopio, puntas de pipetas, micropipetas, espátula, vasos de precipitación, probeta, recipientes de vidrio, porta objetos, cubre objetos, cajas petri de plástico (100 \* 15 mm), cajas petri de plástico grandes, pinzas, calculadora, cámara fotográfica, marcadores, libreta de laboratorio, materiales de oficina (computadora, internet, hojas, etc.).

### **3.2.2 Fase de Campo.**

- Se utilizaron: Plantas de maíz, cinta, piola, fundas de plástico, fundas de papel, libreta de campo, estacas, marcador, sticker, cinta adhesiva, balde.

### **3.3. MÉTODOS**

La investigación se realizó en los lotes: 1 y 2 propiedad del Sr: Iván Muñoz sectores Manteles y Guapón respectivamente; 3 y 5 propiedad del Sr: Marcial Abril, sector Tablón y Tiglia respectivamente, y 4 del Sr: Delfín Changoluisa, sector Mirador; ubicados en la Provincia de Tungurahua, Cantón Patate, donde se cultivan las siguientes variedades de maíz:

L1: INIAP 101 origen de la semilla propia adaptada a ese hábitat.

L2: INIAP 101 comprada en Guaranda, Provincia de Bolívar.

L3 y L5: Blanco Blandito, semilla propia.

L4: Guagal INIAP 111, comprada en Guaranda, Provincia de Bolívar.

#### **3.3.1 Fase de Laboratorio**

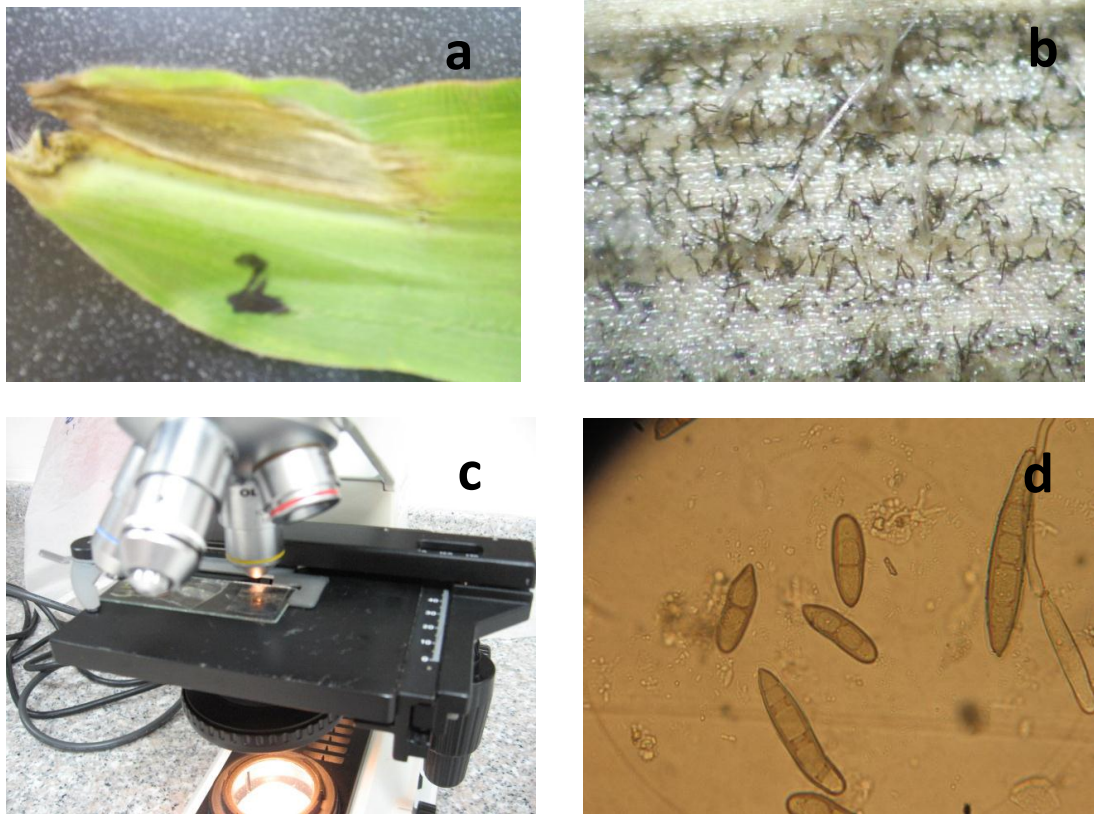
Los aislamientos se realizaron a partir de los diferentes órganos que presentaban síntomas característicos de las enfermedades del maíz y que fueron muestreados en los lotes donde se realizó la investigación (Figura 3.2). Para el muestreo se utilizaron fundas plásticas, las cuales fueron selladas, debidamente etiquetadas y llevadas al laboratorio.



**Figura 3.2.-** Recolección de muestras: A.- Lesiones necróticas por *Cercospora*, B.- Tizón (*Drechslera*), C.- Fusariosis (*Fusarium* sp), D.- Roya (*Puccinia sorghi*).

### **3.3.1.1 Manejo de las muestras y aislamiento de los patógenos del material vegetal enfermo.**

Las lesiones foliares de las muestras recolectadas se examinaron cuidadosamente en un estereomicroscopio y se describieron los síntomas de las enfermedades allí presentes. Se realizó una observación directa tomando una pequeña porción de cinta scotch, la misma que fue aplicada sobre la lesión con ayuda de una pinza flameada y luego se colocó sobre una gota de KOH al 3% previamente dispensada sobre un portaobjetos; posteriormente se procedió a observar en el microscopio (Figura 3.3)

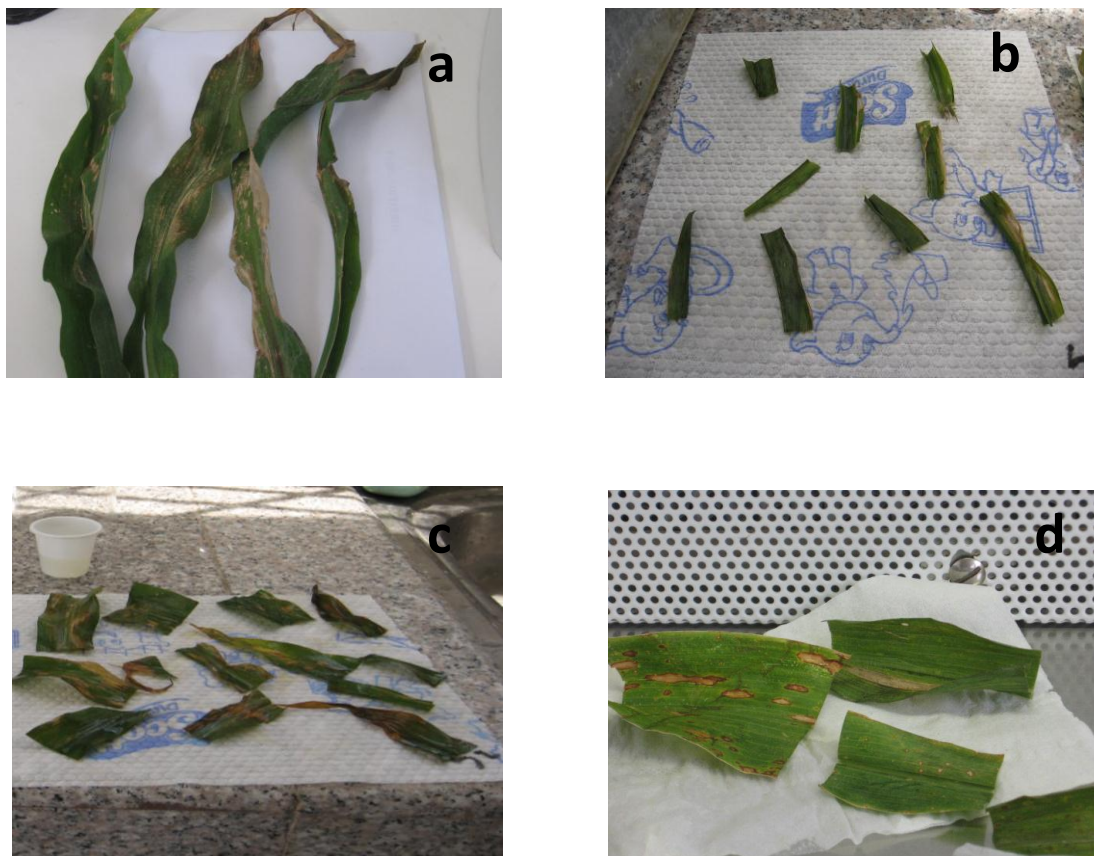


**Figura 3.3.-** Observación directa de las muestras. (a.- Muestra seleccionada, en el laboratorio; b.- Examinación en el estereomicroscopio; c.- Observación en el microscopio; d.- Presencia de *Drechslera* en la muestra).

### **3.3.1.2 Desarrollo de estructuras fungosas colocando las muestras en Cámara húmeda.**

Para la ejecución de los aislamientos se utilizaron muestras de órganos recolectados en los predios, las cuales fueron previamente analizadas mediante observación directa. A continuación lavadas con agua y jabón antibacterial, y secadas con papel absorbente esterilizado. Luego se obtuvieron las submuestras las que fueron desinfectadas por inmersión en hipoclorito de sodio al 2.5 % durante un minuto, e inmediatamente enjuagadas, con agua destilada esterilizada, para ser

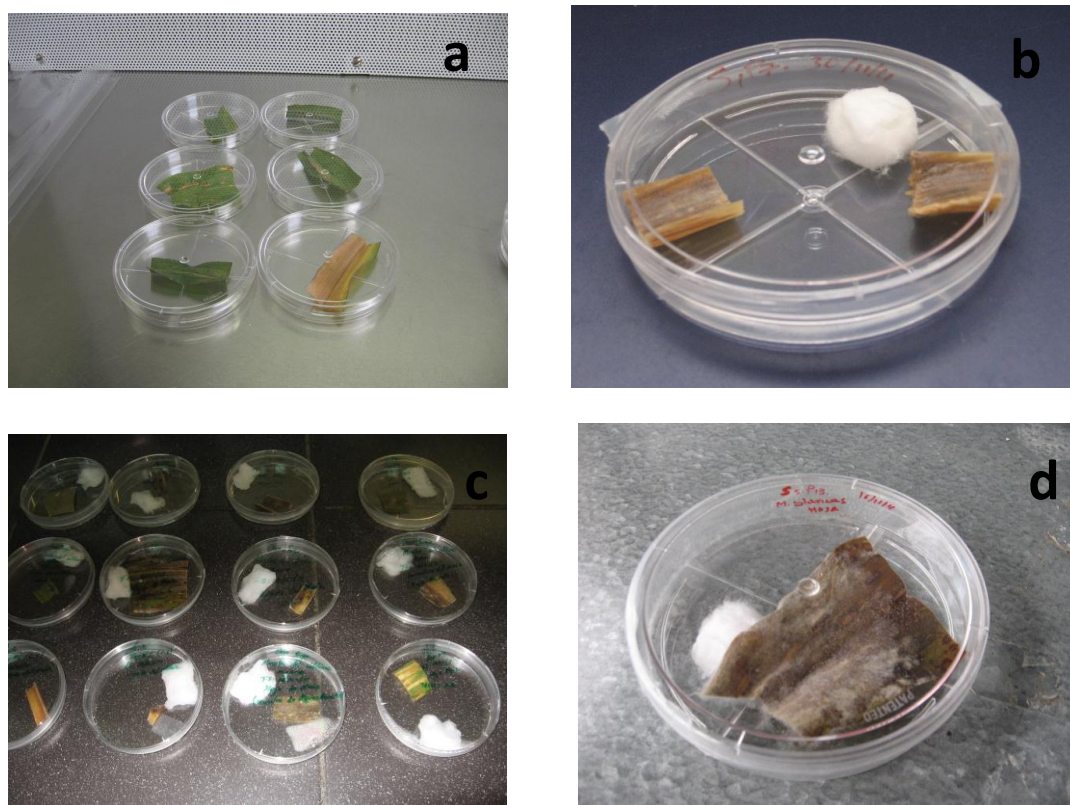
colocadas sobre papel estéril para eliminar residuos. Este procedimiento fue realizado en una Cámara de flujo laminar (Figura 3. 4).



**Figura 3.4.-** Selección de las muestras: **a.-** Muestras recolectadas de los predios; **b.-** Muestras lavadas y escurriéndose sobre papel absorbente; **c.-** Desinfección con hipoclorito; **d.-** Muestras desinfectadas sobre papel estéril en Cámara de flujo laminar.

Las muestras se colocaron en cajas petri de plástico estériles; en cada una se colocó una pequeña porción (mota) de algodón humedecido con agua destilada esterilizada para generar un ambiente húmedo, de esta manera se obtuvieron las cámaras húmedas (Figura 3.5). Finalmente se procedió a sellar con cinta de parafilm y rotular la caja, dejándolo incubar a temperatura ambiente durante 4 días (French *et al.*, 1982).





**Figura 3.5.-** Cámara Húmeda. **a.-** Muestras colocadas en cajas petri; **b.-** Mota de algodón ubicado y sellado dentro de la caja con parafilm; **c.-** Cámara húmeda a temperatura ambiente; **d.-** Cámara húmeda después de 5 días.

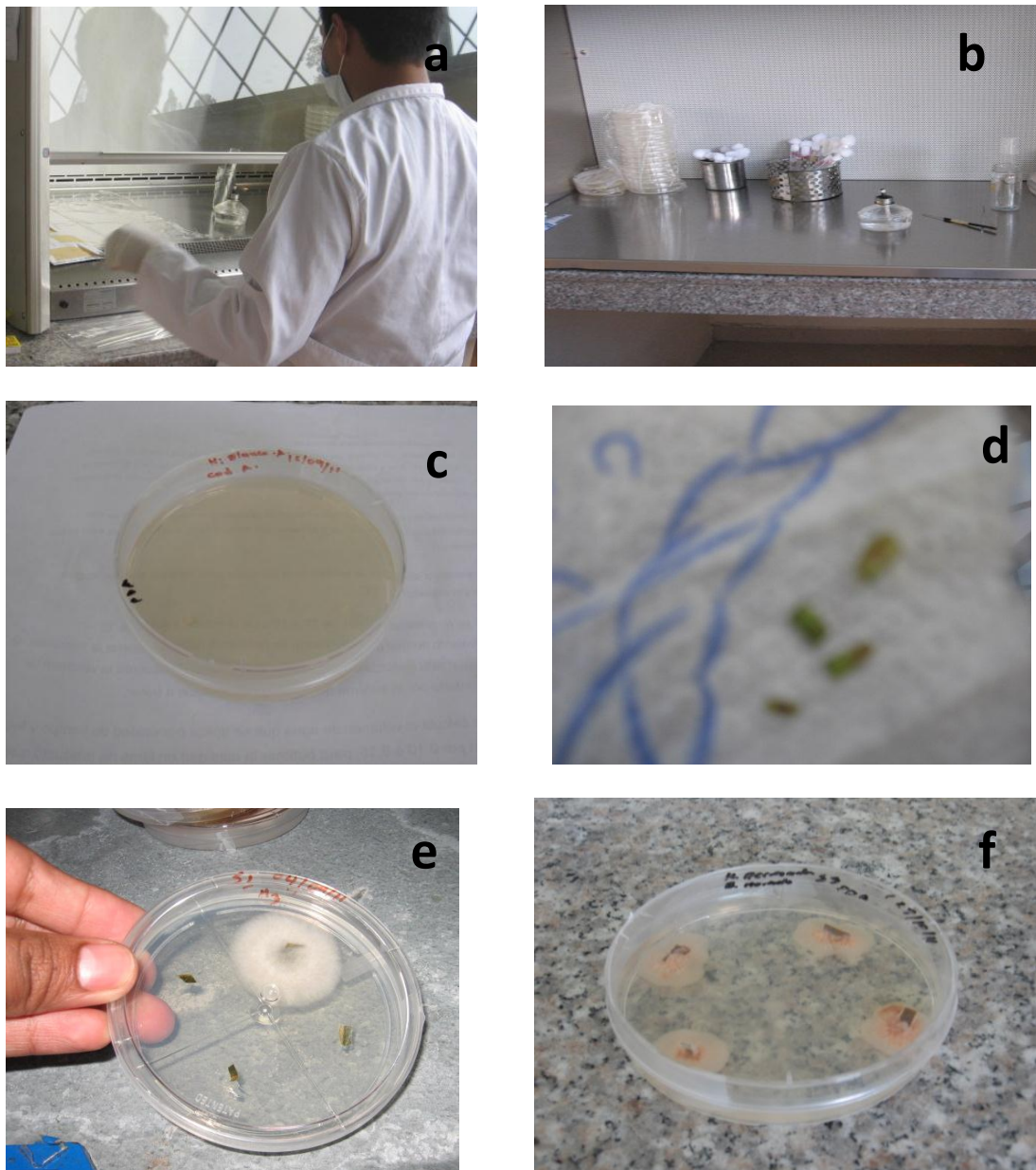
### **3.3.1.3 Aislamiento de hongos del tejido vegetal enfermo.**

Los aislamientos se realizaron en cajas petri esterilizadas con medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar) + Cloranfenicol, aplicándose el siguiente procedimiento:

Las muestras seleccionadas fueron tratadas con el mismo procedimiento de desinfección utilizado para cámara húmeda, no obstante, las submuestras tuvieron un tamaño de 5 a 10 mm<sup>2</sup> obtenidas del borde de las lesiones.

En la cámara de flujo laminar, previamente desinfectada con alcohol, se ubicaron una lámpara de alcohol, pinzas, cajas petri con el medio de cultivo y las

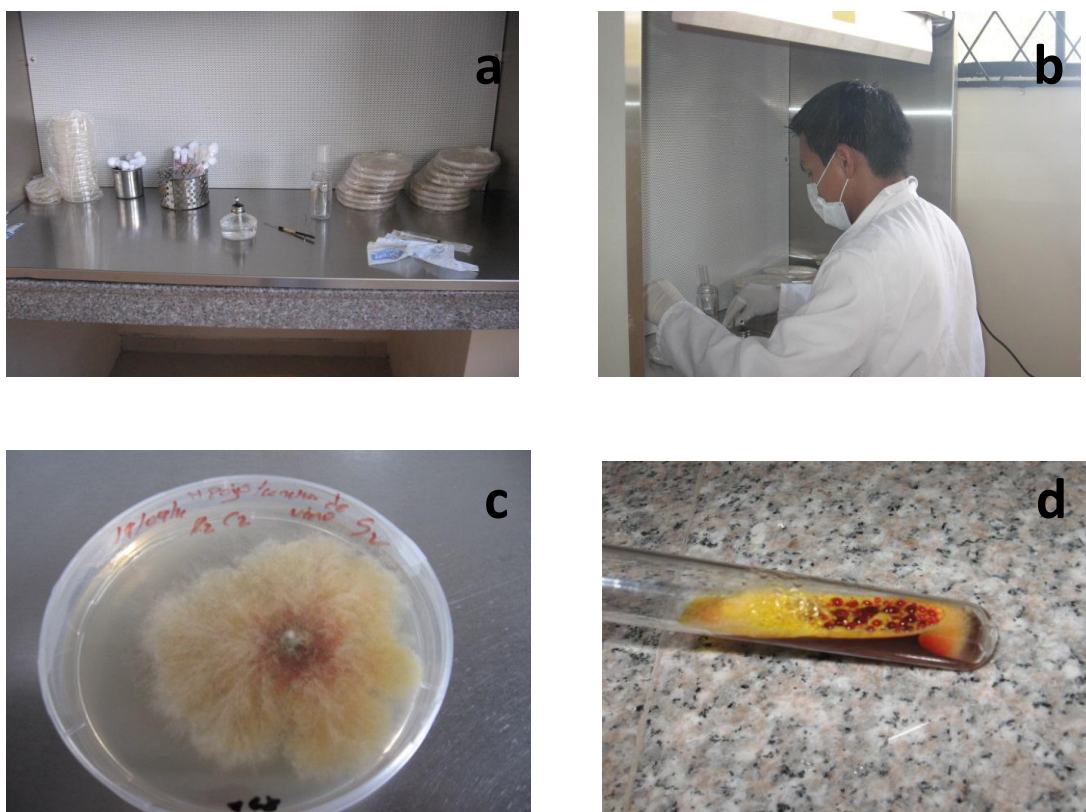
muestras desinfectadas. Con ayuda de una pinza estéril se procedió a colocar cuatro submuestras en cada caja cuidando cualquier contaminación externa, finalmente las cajas fueron protegidas con parafilm y se las incubó a 24°C por 15 días (Figura 3.6), hasta observar el desarrollo de las colonias de hongos (Oleas, 2011).



**Figura 3.6.-** Aislamientos de hongos fitopatógeno (a.- Desinfección de la cámara de flujo laminar; b.- Mechero, cajas petri, aza de platino; c.- Cajas petri con medio de cultivo PDA+ cloranfenicol; d.Submuestras; e.- Caja sembrada con las submuestras; f.- Observación de las submuestras después de 10 días (*Fusarium*).

### 3.3.1.4 Purificación.

Para la purificación de los hongos se aplicó el protocolo descrito por Falconí (1997). En la cámara de flujo laminar desinfectada se tomó asépticamente, con una aza de platino estéril, muestras de los bordes de las colonias identificadas y se pasaron a otras cajas petri con PDA (papa dextrosa agar) + cloranfenicol. Las cajas petri fueron selladas con cinta de parafilm y se mantuvieron a 24-25°C en incubación por 8 días hasta que el hongo desarrolle (Figura 3.7). Los hongos purificados se transfirieron a tubos de ensayo con PDA, conservándose luego con la adicción de aceite de vaselina esterilizada y bajo refrigeración.



**Figura 3.7.-** Purificación del hongo. (*Harzia verrucosa*) **a.-** Materiales utilizados en este ensayo, en la Cámara de Flujo Laminar, **b.-** Siembra del hongo de la caja petri al tubo de ensayo; **c.-** Colonia del hongo aislado; **d.-** *Harzia verrucosa* después de 8 días de incubación.

### **3.3.1.5 Caracterización**

Para caracterizar las enfermedades fungosas en el laboratorio, se recolectaron muestras de los órganos infectados, que presentaban síntomas típicos; se registró la sintomatología de cada muestra para correlacionar con los posibles agentes causales. Primero se realizó una observación directa (microscopio y estereomicroscopio) para contar con información preliminar, sobre la presencia del hongo, luego las muestras fueron tratadas y colocadas en cámara húmeda y aisladas en PDA, conforme se anotó anteriormente.

Las observaciones directas o *in vivo*, permitieron el registro de las estructuras somáticas y reproductivas desarrolladas en cámara húmeda o en medio de cultivo, las cuales fueron comparadas con las que se describe en las claves taxonómicas propuestas por Barnett & Hunter (1998) y Von Arx (1974), a fin de establecer los géneros de hongos vinculados con el síntoma.

### **3.3.1.6 Patología de la semilla**

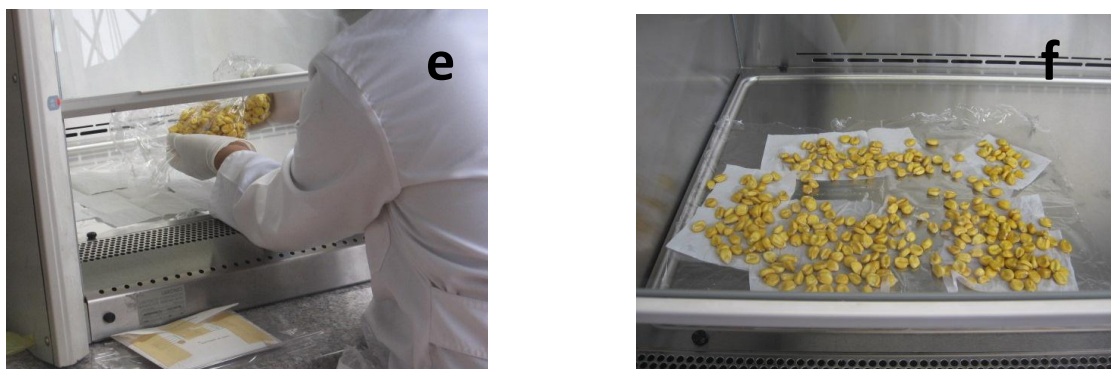
- Para caracterizar los hongos fitopatógenos que se encontraban presentes en la semilla de maíz, de las zonas de estudio, se realizó el siguiente procedimiento:

- Se recolectó 500 g de semilla de maíz utilizada por los agricultores maiceros de las diferentes localidades (Manteles, Guapón, Tablón, Mirador y Tiglia).

- Se pesó 250 g de semilla de cada lote para determinar el porcentaje de humedad.

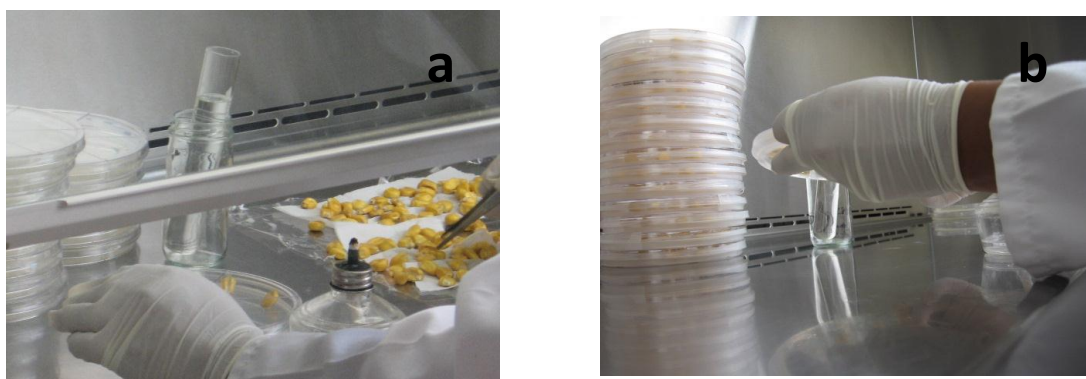
- Se realizó la siembra de las semillas sin desinfectante y con desinfectante (Vitavax 200), las semillas sin desinfectante fueron colocadas en funda de polipropileno, allí fueron desinfectadas con hipoclorito de Sodio al 1% durante 1 minuto, se eliminó el hipoclorito. A continuación en la cámara de flujo laminar (Figura 3.9), la semilla fue colocada sobre papel absorbente estéril para reducir el exceso de hipoclorito que aún contenía la semilla (Oleas, 2011).

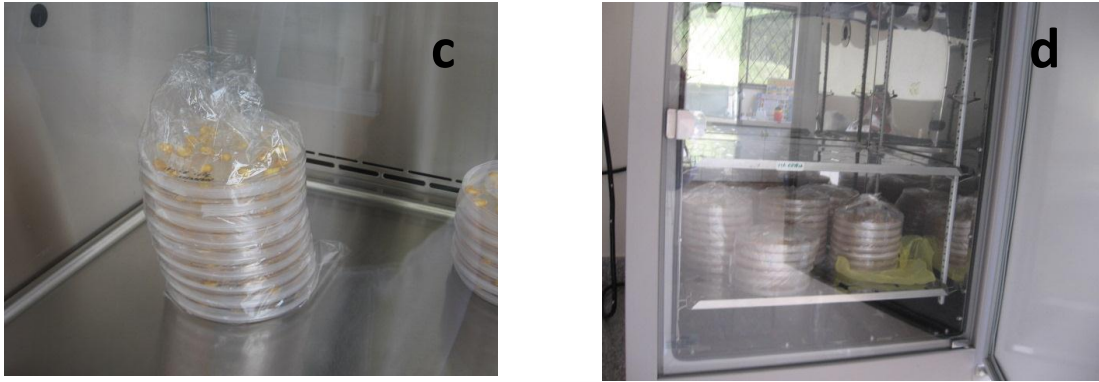




**Figura 3.8.-** Patología de la semilla. ( **a.-** Peso de la semilla 250 g; **b.-** Determinación del % de húmeda; **c.-** Semilla en funda de polipropileno con hipoclorito de sodio al 1% por 1min; **d.-** Eliminación del exceso; **e.-** La semilla sobre papel esterilizado en la cámara de flujo laminar; **f.-** Secado de la semilla).

Finalmente se realizó la siembra de la semilla en cajas petri con medio PDA + cloranfenicol, lo que se efectuó con ayuda de una pinza flameada; en cada caja petri fueron colocadas 20 semillas, cada repetición comprendía 5 cajas petri por cada lote; se debe indicar que este estudio se realizó empleando tres repeticiones. Las cajas fueron selladas con cinta de parafilm. El material experimental fue incubado a 24°C (Figura 3.9).

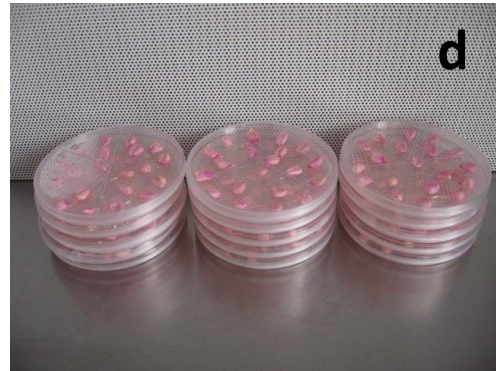




**Figura 3.9.-** a.- Siembra de la semilla en la caja petri; b.- Sellado de las cajas con parafilm; c.- Cajas petri con la semilla, colocadas en fundas de polipropileno; d.- Cajas petri en la incubadora.

- Para verificar la presencia de hongos en la semilla tratada con Vitavax 200, ésta fue colocada en fundas de polipropileno, y tratada con Vitavax por vía húmeda, de acuerdo a la dosis comercial. Allí la semilla permaneció sumergida durante un minuto, luego se eliminó el exceso como se puede observar en la Figura 3.10. Las semillas fueron manipuladas en la cámara de flujo laminar siguiendo el mismo procedimiento de siembra explicado para la otra ejecución (Oleas, 2011).





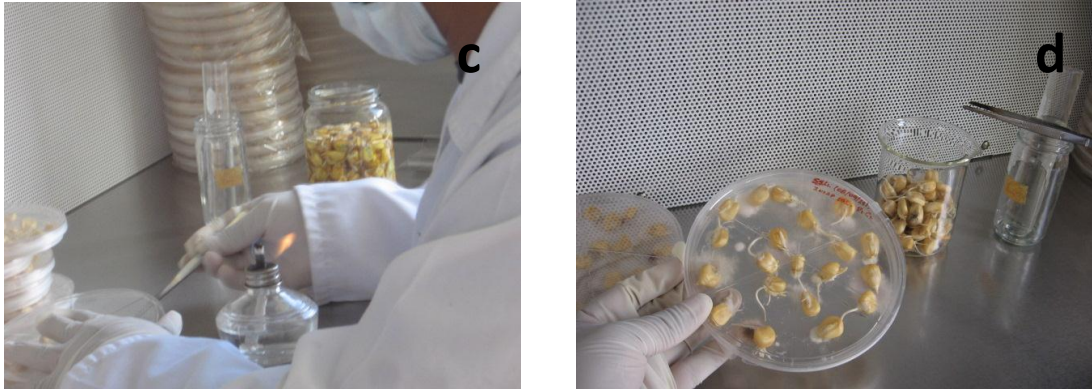
**Figura 3.10.-** Semilla tratada con Vitavax 200 (**a.-** Dosis de Vitavax 200; **b.-** Semilla en funda de polipropileno con Vitavax; **c.-** Absorción del exceso de Vitavax en el papel absorbente esterilizado; **d.-** Semillas sembradas en cajas petri.).

- La evaluación de las semillas contaminadas con hongos se realizó al séptimo día de incubación (ver Figura 3.11).

- La semilla sembrada fue retirada de las cajas petri a los 5 días de incubación, las cajas regresaron a la incubadora a 24-25°C para que los hongos completen su desarrollo.







**Figura 3.11.-** Presencia de hongos en las semillas. **(a.-** (Con desinfectante); **b.-** (Sin desinfectante), **c.-** (Retiro de la semilla emergida), **d.-** (Caja sin semillas emergida)).

### **3.3.2 Fase de Campo.**

Se realizó la evaluación de las enfermedades del maíz que se evidenciaron en las diferentes etapas fenológicas, práctica que se ejecutó con apoyo del laboratorio.

Primero se seleccionaron cinco lotes; cada uno de ellos tuvieron una superficie de 1000 m<sup>2</sup>, donde se hizo el monitoreo de enfermedades desde la siembra hasta la cosecha. Una vez definidos los lotes, se seleccionaron 20 plantas al azar en cada localidad, éstas fueron etiquetadas. Las plantas fueron evaluadas cada 3 días en la etapa vegetativa y cada 8 en la etapa reproductiva; las muestras fueron seleccionadas de acuerdo a la presencia de los síntomas típicos de las enfermedades; la evaluación de las variables se efectuó desde el momento de la siembra hasta la cosecha.

### **Determinación de las fases fenológicas críticas, por la presencia de enfermedades en maíz.**

Cabe señalar que no todas las etapas del cultivo son de igual importancia por la presencia de enfermedades y su impacto en el rendimiento.

Particularmente la tasa de crecimiento de las plantas de maíz durante los 30-40 días próximos a R1 (emergencia de estigmas) influye significativamente en la definición del número de los ovarios fecundados, y consecuentemente en el número final de plantas fértiles (Andrade y Sadras, 2000). En consecuencia, la presencia de enfermedades durante este "periodo crítico" puede afectar más al rendimiento y limitar de manera más determinante la producción final que si ocurriese en otra fase del cultivo.

La evaluación de enfermedades se realizó de una manera sistematizada dando énfasis desde la fase V6 (visible 6 hojas) hasta la R1 (visible los estigmas de la flor femenina) determinándose el punto crítico de la presencia de enfermedades en el cultivo.

### **3.3.3. Características de las UE.**

#### **3.3.3.1 Laboratorio**

El estudio de patología de la semilla se ejecutó bajo el diseño completamente al azar con tres repeticiones para cada lote, cada unidad experimental estuvo

constituida por 5 cajas petri y en cada caja se sembró 20 semillas. Para las dos operaciones de estudio (con desinfectante y sin desinfectante).

Se seleccionaron dos tratamientos de la semilla sin desinfección convencional (T2) como la usa el agricultor para la siembra y aplicación de Vitavax 200 a dosis comercial (T1), para evaluar la incidencia del hongo fitopatógeno en estas dos modalidades de manejo de la semilla, a la vez que se verifique la eficiencia del desinfectante en la disminución de los hongos en la semilla tratada.

### **3.3.3.2 Campo**

Selección de cinco lotes (1000m<sup>2</sup>/lote), selección al azar de 20 plantas, las mismas que fueron marcadas con un código que indicaba el número de planta y el lote al que pertenecía (Ver Figura 3.12).





**Figura 3.12.-** Medición del terreno (a y b); c.- códigos utilizados; d.- planta con el código.

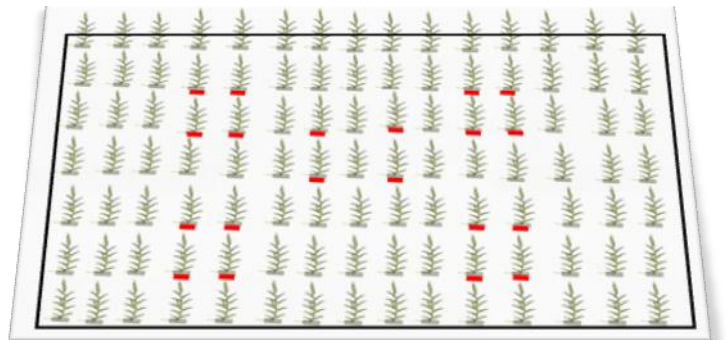
Número de unidades experimentales: 5

Área de la unidad experimental: 1000 m<sup>2</sup>

Largo: 20 m

Ancho: 50 m

Forma de la U.E: Rectangular



Área total del ensayo: 5000 m<sup>2</sup>

### 3.3.4. Variables a Medir

#### **Fase de laboratorio:**

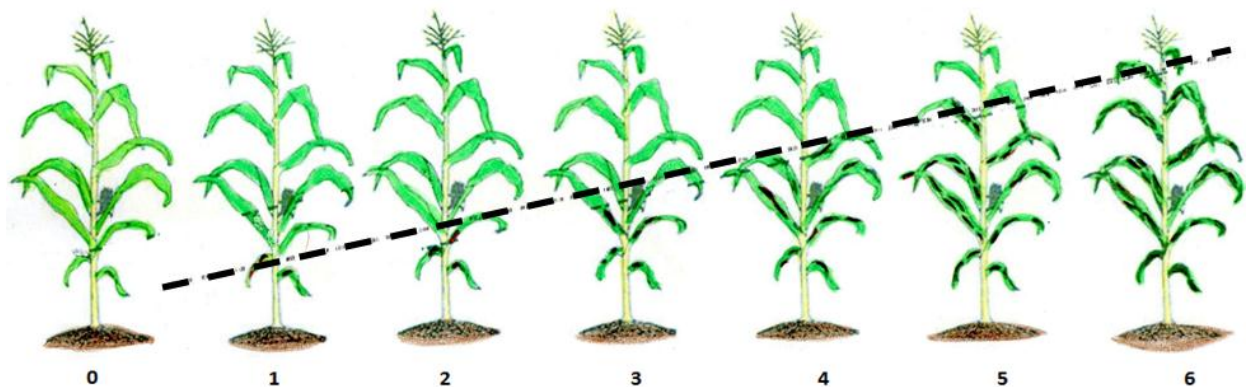
\* Incidencia de hongos en semillas.- La evaluación se realizó en el séptimo día de incubación. Se contabilizó las semillas infectadas con hongos por cada repetición en los diferentes lotes, al quinto día se eliminaron las semillas que ya germinaron y los resultados fueron expresados en porcentajes.

**Fase de campo (parcelas).**

\* Incidencia de agente causal.- Se realizó cada tres días durante la Etapa Vegetativa y cada 8 días en la Etapa Reproductiva, los resultados fueron expresados en porcentajes, se aplicó la siguiente fórmula:

$$I (\text{Incidencia}) = (\text{No de plantas infectadas} / \text{Total de la muestra}) * 100.$$

\* Severidad de las enfermedades.- Se evaluó a medida que aparecieron los síntomas de las enfermedades, se utilizó la escala de evaluación propuesta por el CIMMYT (1988), con pequeñas modificaciones para todas las enfermedades.



<b>Escala</b>	<b>Daño del area foliar (%)</b>
<b>0</b>	Sin presencia de los síntomas
<b>1</b>	Presente en la plantas sin causar daño económico ( 1- 9 % de area foliar infectada)
<b>2</b>	10-20 % del área foliar infectada
<b>3</b>	21-30 % del area foliar infectada
<b>4</b>	31-40 % del area foliar infectada
<b>5</b>	41-50 % del area foliar infectada
<b>6</b>	Mayor del 50 % del área foliar infectada.

**Fuente:** CIMMYT, 1988

**Elaborado por:** Sandoval, 2011

\* Calidad de la mazorca.- Esta variable fue evaluada al momento de la cosecha, expresándose de acuerdo a:

- Longitud de la mazorca.- Se determinó mediante la selección de las 20 mazorcas por lote y se midió desde la base (inserción con el pedúnculo) hasta el ápice, se expresó en centímetros.

- Número de granos por hilera.- De las 20 mazorcas por lote se tomaron al azar tres hileras para contar el número de granos que éstas poseían, expresándose como media aritmética.

- Número de hileras por mazorca.- Se contó el número de hileras por mazorca de una muestra representativa de 20 mazorcas por lote y se estableció un promedio.

- Peso.- Se pesaron los granos, limpios y sanos, de 20 mazorcas de cada lote en una balanza de precisión. El resultado se expresó en gramos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. SEMILLA.

#### 4.1.1. Incidencia de Hongos.

Con la semilla muestreada en cada uno de los lotes experimentales, se realizó la verificación de la población de hongos que en ella se conservan, en efecto, de cada lote se tomaron al azar 300 semillas que correspondieron a las tres repeticiones de un tratamiento, se estructuraron dos tratamientos: T1 (semilla desinfectada) y T2 (sin desinfectar), la evaluación se realizó al séptimo día de la siembra para los dos tratamientos T1 y T2. Al realizar el análisis de varianza, los tratamientos difirieron con significación al 1% en cada uno de los sitios (cuadro 4.1).

**CUADRO 4.1: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de patógenos, en semillas de maíz, desinfectadas y no desinfectadas.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	LOTES				
		L1	L2	L3	L4	L5
TOTAL	29					
TRATAMIENTOS	1	20280.00**	21333.33**	27300.83**	28520.83**	27300.83**
ERROR	28	69.29	70.95	100.83	76.67	100.83
$\bar{X}(\%)$		74.00	71.00	69.83	64.50	69.83
CV(%)		11.25	11.86	14.38	13.58	14.38

\*\* Diferencia significativa.

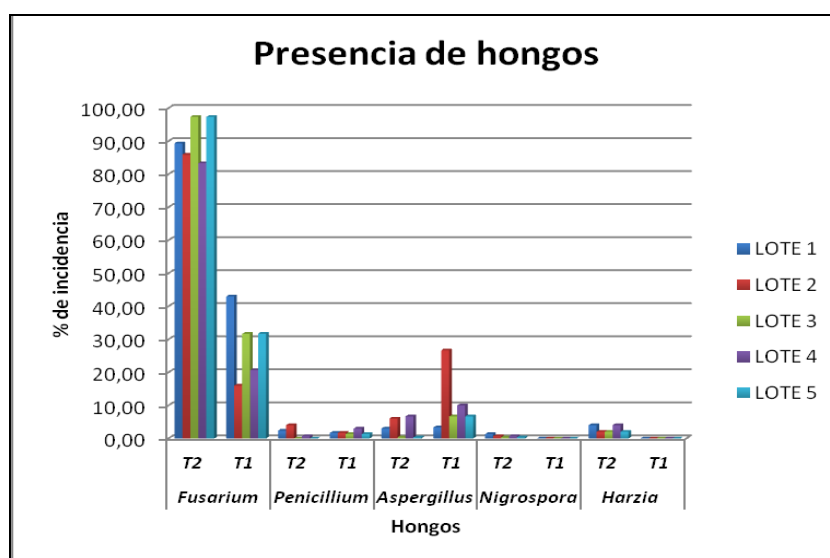
Las semillas estudiadas presentaron diversos hongos, que de acuerdo a investigaciones generadas en nuestro país; así como, en el extranjero pueden considerarse fitopatógenos o saprófitos. Debido a su mayor incidencia o frecuencia fueron seleccionados para este estudio: *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Nigrospora* y *Harzia*. Estos resultados coinciden con los expresados por González



(2007) quién manifestó que los hongos que se encuentran en semillas son: *Fusarium* spp, *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp y *Nigrospora oryzae*, información que a su vez está de acuerdo con lo que expresaron Rodríguez *et al.* (1995), Arrieta *et al.* (2007), Malaguti (2007). Mientras Formento (2006) menciona otros hongos, tales como: *Cephalosporium* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Periconiella* spp., *Alternaria* spp., En la presente investigación se encontró un nuevo género que corresponde a *Harzia* sp. muy probablemente *H. verrucosa*. Cabe indicar que fueron identificados los hongos: *Aternaria* sp, *Epicoccum* sp, cuya frecuencia fue limitada que conjuntamente con el antes mencionado pueden considerarse saprófitos.

#### 4.1.2. Hongos identificados en las semillas de Maíz.

Inicialmente se anotó la lista de hongos que fueron identificados sobre las semillas de maíz. Cabe señalar que únicamente se hace referencia a aquellos que son considerados de mayor importancia, por su frecuencia de detección. En el gráfico 4.1 se puede apreciar la incidencia de los hongos recuperados en la semilla.



**GRÁFICO 4.1.- Hongos identificados en las semillas de maíz procedentes de los lotes, en los dos tratamientos.**

De acuerdo a la información que consigna en el gráfico 4.1, *Fusarium*, fue recuperado con mayor frecuencia en los diferentes lotes, información que coincide con los resultados experimentales obtenidos por Arrieta *et al.* (2007), quienes señalan, que la incidencia promedio de los hongos encontrados en las mazorcas fueron: *Fusarium* sp. (13%), *Penicillium* sp. (2,4%), concuerdan con los reportados por Campo (1994); Beltrán y Jaraba (1995), en razón de que *Fusarium*, fue el patógeno de mayor prevalencia. Al igual, Pachón (1999) menciona que *Fusarium* spp., fue el más frecuente en semilla procedentes de mercados con una incidencia del 79%, seguido por la semilla proveniente de supermercado con un 28%., respecto a *Aspergillus* spp., *Nigrospora* spp., que se encontraron con menor presencia. Hernández *et al.* (2007), observaron en semillas de maíz blanco adquiridas en almacén: un 44,6 % de *Fusarium* y 10,4 % de *Penicillium*.; en contraste, las de campo mostraron mayor presencia *Fusarium* (63,6%), respecto a *Penicillium* (7,9%) y *Aspergillus* (2,4%). En nuestro país según el INIAP (1998) determinó en semillas de maíz un 45,70% de *Fusarium*.

El primer hongo se caracteriza por causar la pudrición de las mazorcas lo que determina pérdidas significativas. El género *Fusarium*, en ocasiones puede estar asociado a las pudriciones de raíz y tallo de muchas plantas (Hernández *et al.*, 2007). Mientras que Mendoza *et al.* (2003) manifiestan que está profusamente distribuido y es endémico de todas las zonas maiceras del mundo, causando daños en todas etapas del cultivo.

Novoa (2010), expresa que mundialmente se distribuyen alrededor de setenta especies dentro de este género. De esas setenta, cuatro son patogénicas para maíz y

pueden perjudicar la planta; entre ellas se mencionan a: *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* y *Fusarium subglutinans*, acogiendo los datos expuesto por Menéndez (2011) y García *et al.* (2010).

- *Fusarium graminearum*: ingresa por los estigmas, heridas provocadas por insectos, es más prevalente en zonas templadas y causa podredumbre (micelio rosa a rojizo) desde la punta hacia la base de la espiga, igualmente causa tizón en las plántulas (Macías y Peraza, 2008, De León, 1974 y Zenteno-Zevada, 1963).
- *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* y *Fusarium subglutinans*, provocan podredumbre de granos “salpicados” en la espiga y “starbusting” de granos (pequeñas estrías blancas). Estas especies ingresan por los estigmas y por heridas provocadas por insectos.
- *Fusarium verticillioides o moniliforme*, es la más compleja porque cumple varios roles dentro de la planta, ya que es un patógeno hemibiotrófico, es decir tiene dos hábitos de crecimiento:
  - Endófito: vive dentro de la semilla, no produce síntomas pero si se analiza la semilla, está presente. Las hifas crecen intercelularmente.
  - Patógeno: se mueve dentro de la planta y causa síntomas de podredumbre y genera micotoxinas. Las hifas crecen inter e intracelularmente. Para que se produzca la fase patógena, deben darse condiciones de estrés (sequía,

inundación, o alta susceptibilidad del genotipo, condiciones favorables para el hongo).

Sin embargo, Novoa (2010) expresa que es muy raro que se produzca la fase patógena a partir de la presencia del hongo en semilla, ya que deben removilizarse muchos recursos para que esto ocurra y además en un suelo donde habitualmente se produce maíz, estos ambientes extremos son muy difíciles de encontrar. El hecho de que el hongo esté en la semilla, no implica que se produzca la fase sintomática.

Las especies de *Fusarium* que fueron aisladas muy probablemente corresponden a: *Fusarium moniliforme*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium subglutinans*, cogiendo la información expuesta anteriormente y la generada por el INIAP (1998), que en mazorcas de maíz muestreadas en seis provincias del Callejón Interandino de Ecuador, en mazorcas de maíz, aislaron tres especies de *Fusarium*: *F. moniliforme*, *F. subglutinans* y *F. graminearum*, siendo *F. moniliforme* la especie más prevalente en las zonas muestreadas; no obstante, las especies más virulentas fueron: *F. subglutinans* con 57.75% de infección obtenidas de muestras provenientes de Pinaquí, cantón Otavalo, Provincia de Imbabura y la especie *F. moniliforme* aislada de muestras del sitio Sigsipamba, cantón Quito, provincia de Pichincha con 56.72% de infección (Mora *et al.*, 1986 ).

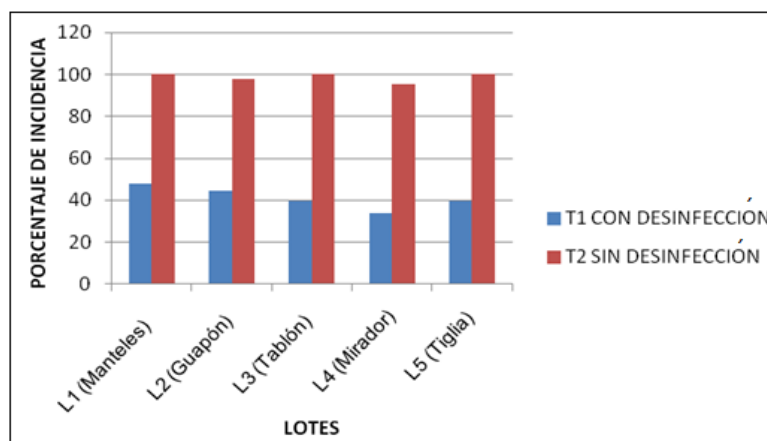
Otro hongo que fue apreciado con una incidencia intermedia fue *Aspergillus*, este resultado concuerda con los reportes de Arrieta *et al.* (2007), quienes determinaron una incidencia del 2.5% de *Aspergillus* sp. en semillas de maíz. Éste hongo es considerado como un invasor en almacenamiento, al presentarse las

condiciones adecuadas; sin embargo causa podredumbre de las semillas y produce toxinas. (Mazzani *et al.*, 2000) y Widstrom *et al.* (1992) señalan que este hongo es de suma importancia por que causa la pudrición de la mazorca aumentando el ataque de otros patógenos.

Los hongos deben ser controlados mediante la aplicación de fungicidas a la semilla destinada a la siembra, en esta investigación, la desinfección de la semilla de maíz con Vitavax fue efectiva pues disminuyó el porcentaje de incidencia de hongos en la misma; en efecto, se redujo un 52 % en el L1 (Lote 1-Manteles) y 60.33% en los L3 (Lote 3-Tablón) y L4 (Lote 4-Mirador), como se puede observar en el cuadro 4.2 y gráfico 4.2. Acogiendo los reportes de Solano *et al.* (2011) que menciona que el Vitavax es un producto eficaz para la desinfección contra hongos.

**CUADRO 4.2: Incidencia de patógenos en semillas de maíz bajo el efecto de su desinfección.**

TRATAMIENTOS	LOTES				
	L1	L2	L3	L4	L5
T1 CON DESINFECCIÓN	48.00 a	44.33 a	39.67 a	33.67 a	39.67 a
T2 SIN DESINFECCIÓN	100.00 b	97.67 b	100.00 b	95.33 b	100.00 b



**GRÁFICO 4.2: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de patógenos en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón de Patate.**

#### **4.1.2.1 Porcentaje de incidencia de *Fusarium*.**

Al establecer los análisis de variancia para el porcentaje de incidencia de *Fusarium*, en semillas con desinfección y sin desinfección, se encontró diferencias estadísticas para tratamientos en las semillas procedentes de cada uno de los lotes (cuadro 4.3).

**CUADRO 4.3: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de *Fusarium* en semillas de maíz, con desinfectante y sin desinfectante.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	LOTES				
		L1	L2	L3	L4	L5
TOTAL	29					
TRATAMIENTOS	1	16100.83**	35707.50**	32340.83**	29453.33**	32340.83**
ERROR	28	138.69	136.07	81.31	131.31	81.31
$\bar{X}(\%)$		66.17	50.50	64.50	52.00	64.50
CV(%)		17.80	23.10	13.98	22.04	13.98

\*\* Diferencia significativa.

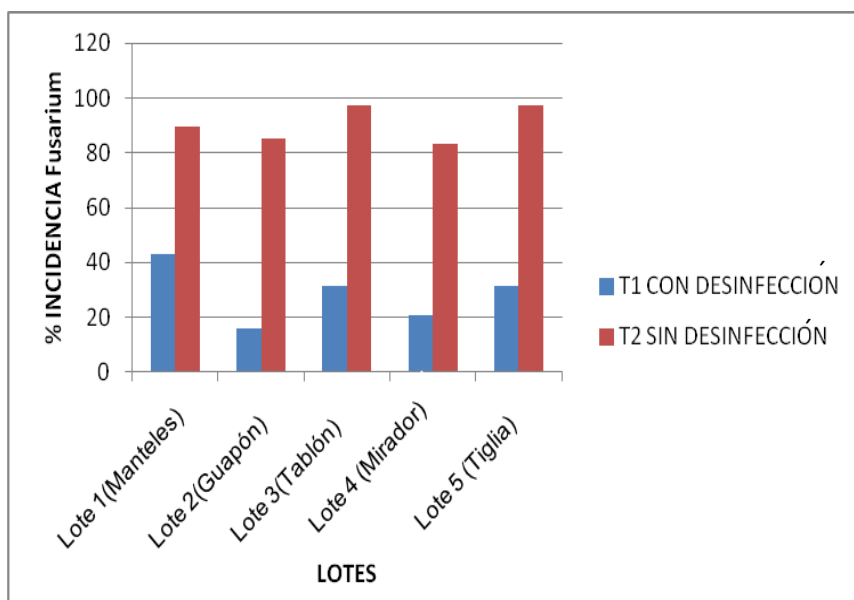
Los promedios generales del porcentaje de incidencia de *Fusarium*, fueron de 66.17, 50.50, 64.50, 52.00 y 64.50% para las semilla procedente de los lotes L1 (Lote 1-Manteles), L2 (Lote 2- Guapón), L3 (Lote 3-Tablón), L4 (Lote 4-Mirador) y L5 (Lote 5-Tiglia), respectivamente, con coeficientes de variación entre 13.98 y 22.04% .

La desinfección de las semillas de maíz provocó una gran disminución de la incidencia del *Fusarium*, en un rango de 46.33% en L1 hasta 69% en L2, diferenciándose estadísticamente al comparar los porcentajes promedios de las semillas desinfectadas con las no desinfectadas que contenían *Fusarium*, de acuerdo a la prueba DMS 5% (cuadro 4.4 y gráfico 4.3). Dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Alezones *et al.* (2009), quienes investigaron el efecto del

tratamiento de la semilla con fungicidas para el control de *Fusarium verticilloides* o *moniliforme*, evaluando: Porcentaje de Incidencia (I), Crecimiento fúngico (CF) e Índice de severidad (SEV); obteniendo como mejor tratamiento Tiabendazol + (Carboxin+Thiram) nombre comercial: (Mertec Sc + Vitavax 200F) para las tres variables, presentando: 67% de (I); 0,67 % (CF) y 48% (SEV), estos resultados concuerdan con Solano *et al.* (2011) quién menciona que el Vitavax reduce el crecimiento del hongo género *Fusarium*.

**CUADRO 4.4: Incidencia de *Fusarium* en la semilla de maíz bajo el efecto de su tratamiento.**

TRATAMIENTOS	LOTES				
	L1	L2	L3	L4	L5
T1 CON DESINFECCIÓN	43.00 a	16.00 a	31.67 a	20.67 a	31.67 a
T2 SIN DESINFECCIÓN	89.33 b	85.00 b	97.33 b	83.33 b	97.33 b



**GRÁFICO 4.3: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de *Fusarium* en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.**

#### **4.1.2.2 Porcentaje de incidencia de *Penicillium*.**

El análisis de varianza para el % de incidencia de *Penicillium*, no estableció diferencias estadísticas, entre tratamientos en las semillas procedentes de los diferentes lotes, a excepción de la proveniente del L4 (Lote 4-Mirador) que manifestó diferencias estadísticas a nivel del 5% (cuadro 4.5).

**CUADRO 4.5: Análisis de variancia del porcentaje de incidencia de *Penicillium* en semillas de maíz, con desinfectante y sin desinfectante.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	LOTES				
		L1	L2	L3	L4	L5
TOTAL	29					
TRATAMIENTOS	1	0.02 ns	0.91 ns	0.91 ns	3.05 *	0.91 ns
ERROR	28	0.91	1.27	0.28	0.60	0.28
$\bar{X}(\%)$		2.00	2.83	0.67	1.83	0.67
CV(%)		64.93	69.53	44.83	52.64	44.83

\* Diferencia significativa.

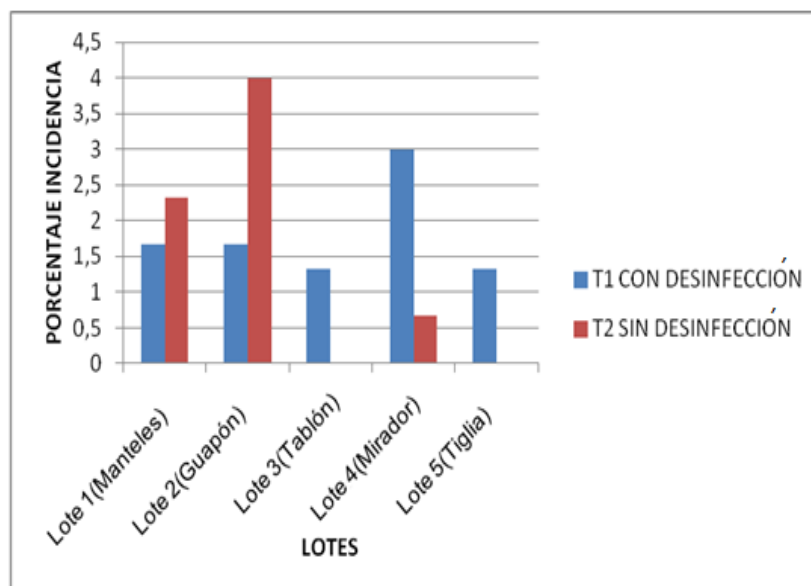
ns no diferencia significativa.

En general el porcentaje de la presencia de *Penicillium* fue baja, no sobrepasó el 5%. Las semillas sin desinfección provenientes de los lotes L1 y L2 manifestaron un mayor promedio, pero en los lotes L3, L4 y L5 los mayores promedios correspondieron a las desinfectadas (cuadro 4.6 y gráfico 4.4).

**CUADRO 4.6: Efecto del tratamiento de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de *Penicillium*.**

TRATAMIENTOS	LOTES				
	L1	L2	L3	L4	L5
T1 CON DESINFECCION	1.67	1.67	1.33	3.00 b	1.33
T2 SIN DESINFECCION	2.33	4.00	0.00	0.67 a	0.00





**GRÁFICO 4.4:** Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de *Penicillium* en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.

#### 4.1.2.3 Porcentaje de incidencia de *Aspergillus*.

Los datos del porcentaje de incidencia de *Aspergillus* al efectuar el análisis de varianza exhibió diferencias estadísticas para tratamientos en las semillas de los lotes L2 (Lote 2-Guapón), L3 (Lote 3-Tablón) y L5 (Lote 5-Mirador) a nivel del 1% en las semillas, en los lotes L1 (Lote 1-Manteles) y L4 (Lote 4-Mirador) no se detectó diferencias estadísticas (cuadro 4.7).

**CUADRO 4.7:** Análisis de variancia de la incidencia de *Aspergillus* en semillas de maíz, tratadas y no tratadas.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	LOTES				
		L1	L2	L3	L4	L5
TOTAL	29					
TRATAMIENTOS	1	0.22 ns	61.01 **	12.72**	3.85 ns	12.72**
ERROR	28	1.52	2.00	1.09	1.53	1.09
$\bar{X}$ (%)		3.17	3.66	3.50	8.33	3.50
CV(%)		74.48	38.60	59.86	44.30	59.86

\*\* Diferencia significativa.

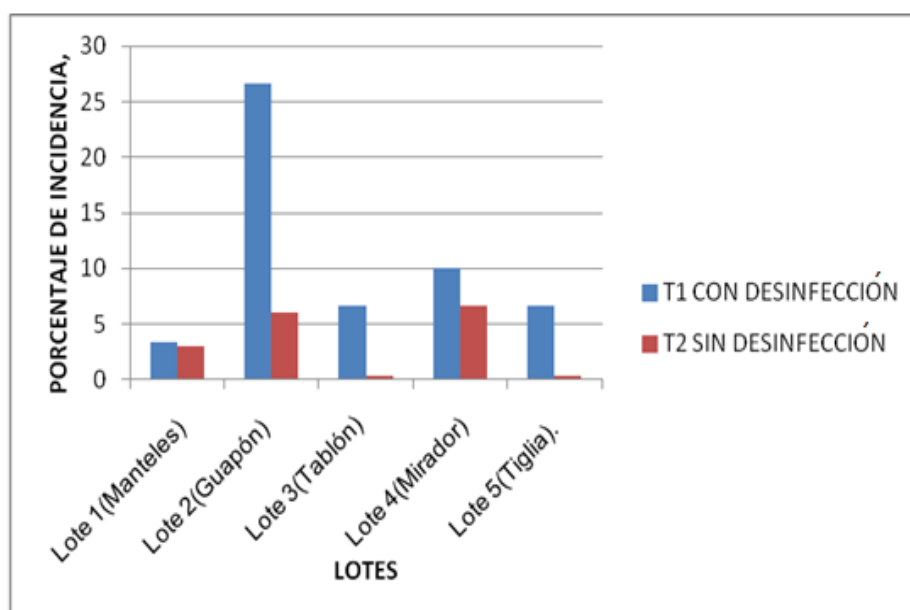
ns no diferencia significativa.

En las semillas desinfectadas se manifestó un mayor porcentaje de incidencia de *Aspergillus* en relación a las no desinfectadas, en cada uno de los lotes de donde provenían estas semillas, diferenciándose estadísticamente mediante la prueba de DMS al 5% en las semillas de los lotes L2, L3 y L5 (cuadro 4.8 y gráfico 4.5). Esto se debe al rápido crecimiento del hongo *Fusarium* que muy probablemente restó la presencia de *Aspergillus*.

De estos resultados se desprende que el producto Vitavax 200 utilizado para la desinfección de semilla no inhibe el crecimiento contra este hongo.

**CUADRO 4.8: Incidencia *Aspergillus* en el tratamiento de la semilla de maíz.**

TRATAMIENTOS	LOTES				
	L1	L2	L3	L4	L5
T1 CON DESINFECCIÓN	3.33	26.67 b	6.67 b	10.00	6.67 b
T2 SIN DESINFECCIÓN	3.00	6.00 a	0.33 a	6.67	0.33 a



**GRÁFICO 4.5: Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de *Aspergillus* en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.**

#### **4.1.2.4 Porcentaje de incidencia de *Nigrospora*.**

Según Paliwal (1986), este patógeno en la planta no causa ningún síntoma hasta que las mazorcas son cosechadas, causa daño cuando las plantas están debilitadas; en la práctica raramente causa daños. No se encontró diferencias estadísticas en el porcentaje de incidencia de *Nigrospora* en semillas de maíz provenientes de cada uno de los lotes, a excepción de las del lote L1 (Lote 1-Manteles) en donde se estableció diferencias estadísticas a nivel del 5% (cuadro 4.19).

**CUADRO 4.9: Análisis de variancia de la incidencia de *Nigrospora* en semillas de maíz, tratadas y no tratadas.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	LOTES				
		L1	L2	L3	L4	L5
TOTAL	29					
TRATAMIENTOS	1	1.12*	0.28 ns	0.07 ns	0.28 ns	0.07 ns
ERROR	28	0.22	0.13	0.07	0.13	0.07
$\bar{X}$ (%)		0.67	0.33	0.17	0.33	0.17
CV(%)		39.32	32.89	25.24	32.89	25.24

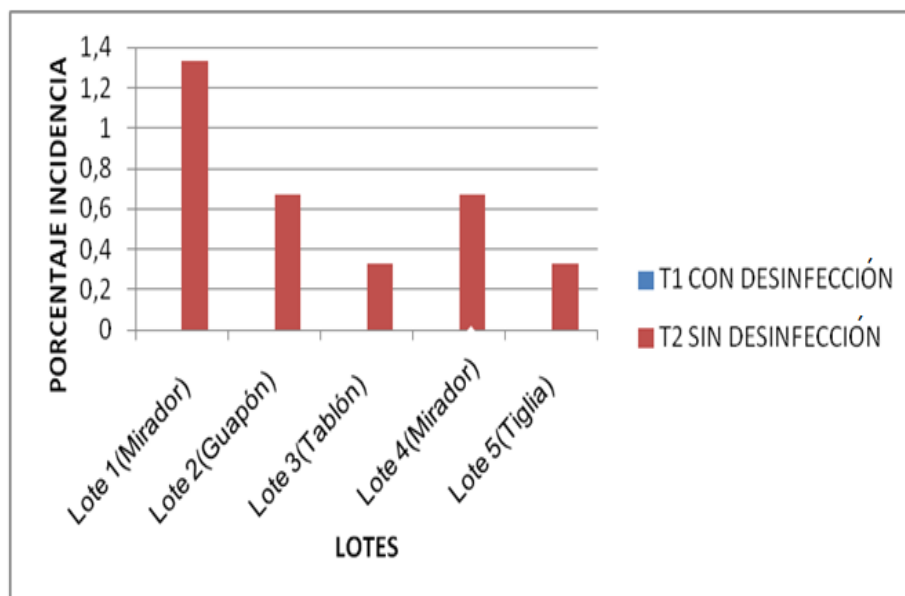
\*\* Diferencia significativa.

ns no diferencia significativa.

La desinfección de la semilla de maíz, provocó la eliminación total de *Nigrospora* en las semillas provenientes de cada uno de los lotes en estudio, los porcentajes de incidencia en las semillas sin desinfección fueron bajas, con porcentajes que no sobrepasan al 1% a excepción de las semillas proveniente del lote L1 (Lote1-Manteles) que alcanzó el 1.33% (cuadro 4.1.10 y gráfico 4.6).

**CUADRO 4.10: Incidencia de *Nigrospora* en la semilla de maíz bajo el efecto de su tratamiento.**

TRATAMIENTOS	LOTES				
	L1	L2	L3	L4	L5
T1 CON DESINFECCIÓN	0.00 a	0.00	0.00	0.00	0.00
T2 SIN DESINFECCIÓN	1.33 b	0.67	0.33	0.67	0.33



**GRÁFICO 4.6:** Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de *Nigrospora* en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.

#### 4.1.2.5 Porcentaje de incidencia de *Harzia*

*Harzia verrucosa*, también conocido como *Acremoniella verrucosa*, se encuentra distribuido por todo el mundo según Warham *et al.* (1997) que relatan que es un hongo saprófito común e invasor secundario, y las colonias de la semilla crecen con rapidez produciendo un micelio fino como telaraña, con numerosos racimos de conidios de color café. Presenta conidióforos hialinos, septados, simples o ramificados varias veces (a menudo en ángulos rectos), ahusados hacia la punta; los conidios son grandes, de color café, solitarios, continuos, en forma de huevo, lisos. Ellis (1971) añade que se encuentra en cultivos de maíz, arveja, pino y que se lo puede aislar del suelo o madera.

El análisis de varianza para el % de incidencia de *Harzia*, exhibió diferencias estadísticas para tratamientos (T1 y T2) a nivel del 1% en todos los lotes a excepción del lote L2 (Lote 2-Guapón) que únicamente se diferenció a nivel del 5% (cuadro 4.11).

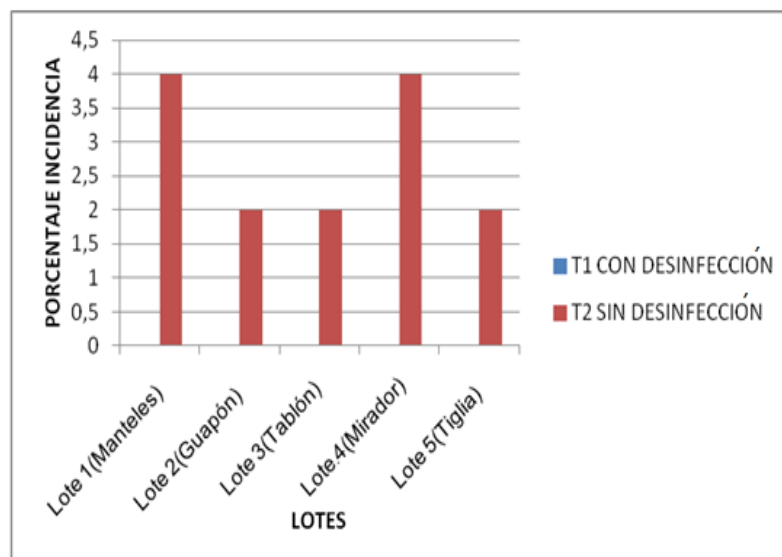
**CUADRO 4.11: Análisis de variancia de la incidencia de *Harzia* en semillas de maíz, tratadas y no tratadas.**

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	LOTES				
		L1	L2	L3	L4	L5
TOTAL	29					
TRATAMIENTOS	1	7.10**	2.19*	2.52**	8.16**	2.52**
ERROR	28	0.59	0.34	0.27	0.44	0.27
$\bar{X}(\%)$		2.00	1.00	1.00	2.00	1.00
CV(%)		51.80	45.56	40.29	43.71	40.29

La desinfección de la semilla provocó la eliminación total de *Harzia* en las semillas tratadas provenientes de cada uno de los lotes, diferenciándose estadísticamente de las no tratadas mediante la prueba de DMS al 5%. Los porcentajes de *Harzia* de las semillas no tratadas fueron bajos que apenas alcanzaron el 4% de incidencia (cuadro 4.12 y gráfico 4.7).

**CUADRO 4.12: Incidencia de *Harzia* en la semilla de maíz bajo el efecto su tratamiento.**

TRATAMIENTOS	LOTES				
	L1	L2	L3	L4	L5
T1 CON DESINFECCIÓN	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
T2 SIN DESINFECCIÓN	4.00 b	2.00 b	2.00 b	4.00 b	2.00 b



**GRÁFICO 4.7:** Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de incidencia de *Harzia* en semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción de la zona de Patate.

#### 4.1.3. Porcentaje de Germinación.

El análisis de varianza del porcentaje de germinación de las semillas de maíz, bajo el proceso de desinfección, estableció diferencias estadísticas a nivel del 1% de acuerdo a cada lote donde provenía, a excepción de la que correspondía al lote 4 (L4-Mirador) que no presentó diferencias estadísticas a los niveles prefijados del 1 y 5% (cuadro 4.13).

Los promedios generales del porcentaje de germinación fueron de 69.83, 84.15, 78.17, 74.83 y 73.17%, para las semillas procedentes a los lotes 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente, con coeficientes de variación entre 9.82 y 20.16%

**CUADRO 4.13: Análisis de variancia del porcentaje de germinación de las semillas de maíz, con desinfectante y sin desinfectante.**

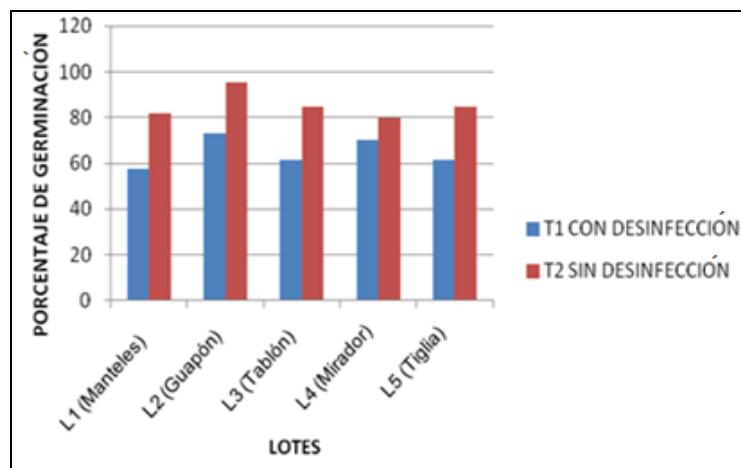
FUENTES DE VARIACIÓN	GL	LOTES				
		L1	L2	L3	L4	L5
TOTAL	29					
TRATAMIENTOS	1	4440.83**	3740.83**	3967.50**	700.83 ns	3967.50**
ERROR	28	194.05	68.33	200.24	227.62	200.24
$\bar{X}(\%)$		69.83	84.17	73.17	74.83	73.17
CV(%)		19.95	9.82	19.34	20.16	19.34

\*\* Diferencia significativa.  
ns no diferencia significativa.

Al evaluar la variable porcentaje de germinación, se observó que las semillas tratadas con Vitavax 200 retrasaron su germinación comparadas con las no tratadas, pues provocaron una disminución del porcentaje de germinación en relación a las no desinfectadas, entre el 9.67% en el lote L4 (Lote 4-Mirador) y 23% en el lote L3 (Lote3-Tablón) y L5 (Lote 5-Tiglia). La prueba de DMS al 5% estableció diferencias estadísticas al comparar las medias del % de germinación entre las semillas desinfectadas y no desinfectadas en cuatro de los cinco lotes (cuadro 4.14 y gráfico 4.8).

**CUADRO 4.14: Efecto del tratamiento de la semilla de maíz sobre el Porcentaje de germinación de semilla de maíz.**

TRATAMIENTOS	LOTES				
	L1	L2	L3	L4	L5
T1 CON DESINFECCIÓN	57.67 b	73.00 b	61.67 b	70.00	61.67 b
T2 SIN DESINFECCIÓN	82.00 a	95.33 a	84.67 a	79.67	84.67 a



**GRÁFICO 4.8:** Efecto de la desinfección de la semilla de maíz sobre el porcentaje de germinación de semillas, provenientes de cinco lotes de la jurisdicción del Cantón Patate.

## 4.2. CAMPO.

### 4.2.1. Incidencia de Enfermedades.

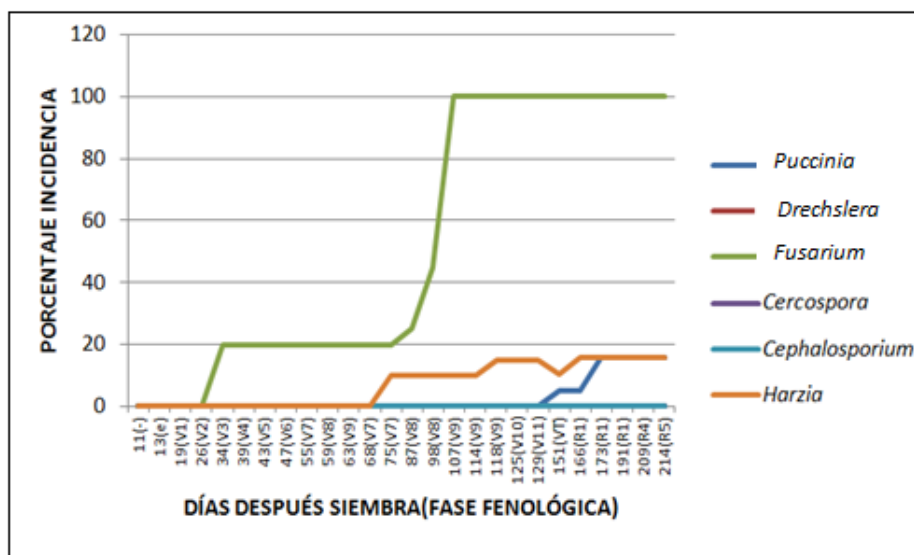
Venegas *et al.* (2010) explican que las enfermedades se han vuelto muy relevantes, debido al aumento en su incidencia y severidad, dependiendo de las condiciones ambientales y del cultivar utilizado, afectando entre un 11 y 44% del área total sembrada; mientras Casa *et al.* (2004), resaltan que estos daños son consecuencia del mal funcionamiento y destrucción del tejido fotosintético, permitiendo la aparición de necrosis en las hojas causando la muerte prematura y la disminución de los nutrientes para la translocación del desarrollo del grano. Al respecto López (2005) señala que las enfermedades que afronta el agricultor son Tizones, Mancha *Curvularia*, Roya, Fusariosis.



#### **4.2.1.1 Incidencia de hongos en el lote L1 (Manteles).**

La Fusariosis (*Fusarium* spp), fue la enfermedad que manifestó una mayor incidencia manifestó a lo largo de todas las evaluaciones fases fenológicas (las fases se anotan con los símbolos V y R). Los primeros síntomas que advertidos como un tizón de color café y clorosis de las hojas (Anexo B-Foto 1 y 17) se hizo evidente a los 34 días (V3 = visible tres hojas), con una incidencia del 20% estable hasta los 75 días (V7 = visible siete hojas) y luego presentó un incremento acelerado hasta alcanzar los 107 días (V9 = visibles nueve hojas) el 100% de incidencia. *Harzia* inició su presencia a los 68 días en el estado V7, pero nunca llegó a superar el 20% de incidencia hasta la última evaluación. La presencia de Roya (*Puccinia sorghi*) fue la más tardía pues inició su infección (uredosoros) (Anexo B-Foto 4 y 18) en las plantas de maíz a los 151 días en el estado fenológico VT (panoja) y a lo largo del resto de evaluaciones no llegó al 20% de la incidencia (gráfico 4.9).

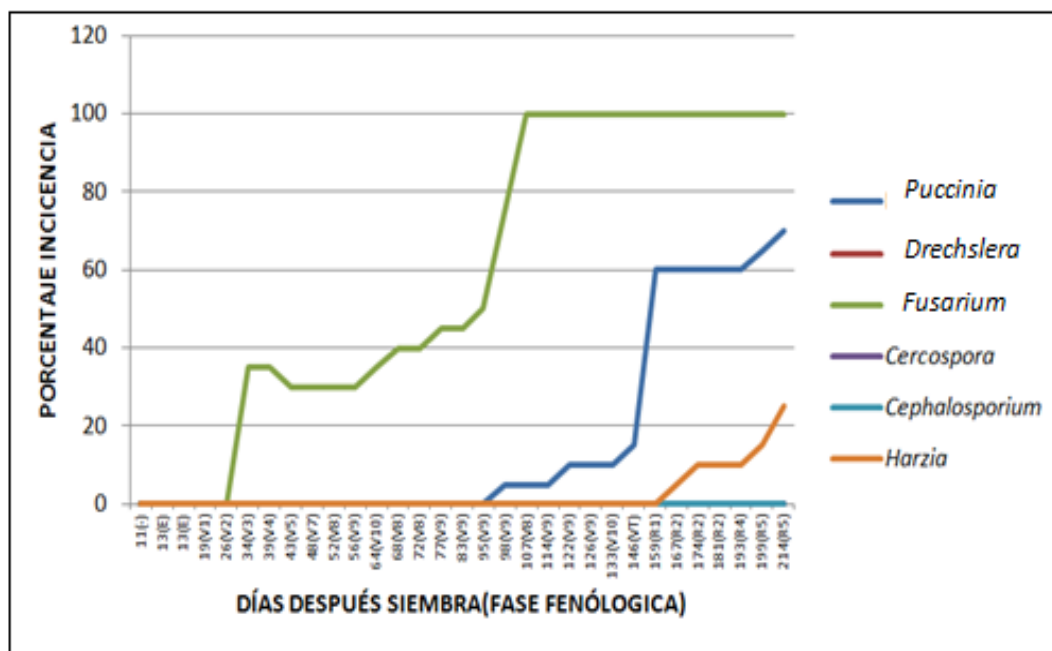
Los síntomas de *Fusarium*, se manifestaron en la fase V3, como tizón en las plántulas (Anexo C-Foto 1), concordando con lo expuesto por García (2010), puesto que este investigador menciona que se presenta como tizón en las plántulas. A medida que aumentaba la infección en las diferentes fases fenológicas, en las hojas se desarrollaban lesiones translucidas, circulares a ovals (1-5 mm de diámetro) con un halo amarillento, esto produce el secado anticipado de las hojas. Inicialmente las lesiones se observaban de tipo acuoso (Anexo B-Foto 12), luego se tornaban de un color castaño claro en el centro, rodeado por un anillo de color marrón o púrpura con un halo amarillo y apariencia de un ojo (Anexo B-Foto 10 y 23) similar a la información que se detalla en Tributo de Salta (2005).



**GRÁFICO 4.9: Porcentaje de incidencia de hongos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L1 (Manteles).**

#### **4.2.1.2 Incidencia de los hongos en el lote L2 (Guapón).**

Las únicas enfermedades fungosas presentes fueron Fusariosis (*Fusarium* spp), Roya (*Puccinia sorghi*), identificándose, además, al saprófito *Harzia*. Tal como fue verificado en el L1 (Lote 1-Manteles) la fusariosis también fue detectada estado fenológico V3 (visible tres hojas) y fue incrementándose hasta alcanzar una incidencia del 100%, a los 107 días que correspondió al estado fenológico V9 (visible nueve hojas), con síntomas similares a los descritos por el L1. Los síntomas observados concuerdan con los reportados por Paliwal (2001). Los uredosoros de la roya fueron debidamente observados a los 98 días en el estado fenológico V9; a los 214 días en la fase fenológica R5 (Etapa dentada) llegó a superar ligeramente el 70% de incidencia (gráfico 4.10).



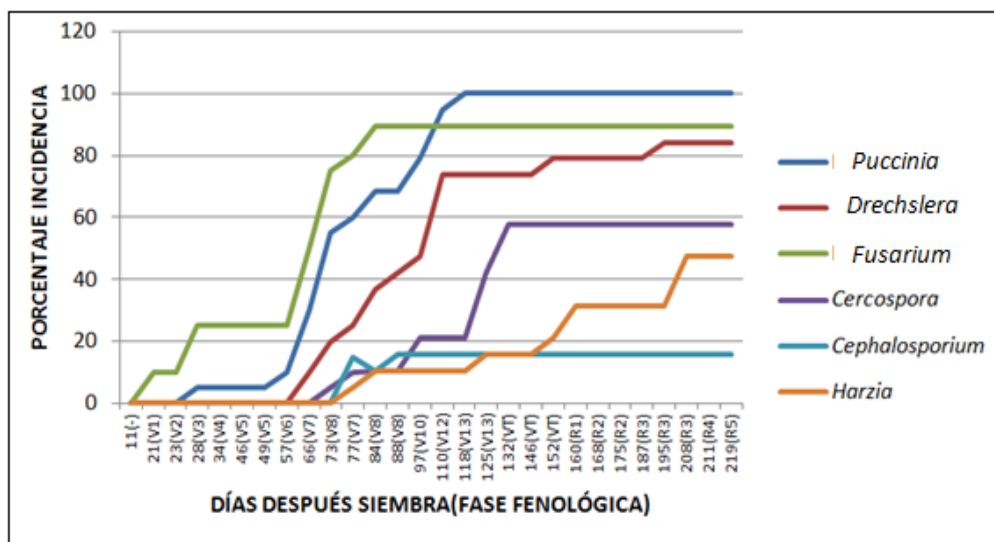
**GRÁFICO 4.10: Porcentaje de incidencia de patógenos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L2 (Guapón).**

#### **4.2.1.3 Incidencia de hongos en el lote L3 (Tablón).**

En este lote se presentaron las siguientes enfermedades fungosas: Fusariosis (*Fusarium* spp), Tizón foliar (*Drechslera* sp), Roya (*Puccinia sorghi*), Mancha Foliar por *Cercospora*, al respecto Malaguti (2007) expresa, que estos hongos son de alta incidencia en los cultivares de maíz; además, se identificó la Mancha tardía (*Cephalosporium* sp), y al saprófito *Harzia*. La Roya (*Puccinia sorghi*) fue la enfermedad más relevante, pues a los 28 días, estado fenológico V3 (visible tres hojas), inició, su proceso infectivo su incidencia llegando a los 118 días en el estado fenológico V13 (Visible trece hojas) al 100%. Los síntomas de Roya (*Puccinia sorghi*) se manifestaron a partir de los 28 días después de la siembra en las hojas bajas, las cuales presentaban pústulas (masa de esporas del hongo que se desarrollan bajo la epidermis de las hojas y se hacen visibles al destruir la misma) de

color rojizo (Anexo B-Foto 3 y 18). Las uredósporas (Anexo C-Foto 10) formadas en los uredosóros infectan nuevas hojas durante el ciclo del cultivo, estas infecciones se ven favorecidas por la alta humedad relativa y temperatura. Cuando la planta de maíz alcanzó los 168 días las pústulas se tornaron negras desarrollándose los teliosóros (Anexo B-Foto 19 y Anexo C-Foto 15) los que producen esporas de supervivencia (teliosporas) (Anexo C-Foto 16). La descripción de esta fracción de ciclo de vida del hongo corresponde a la descrita por Carmona *et al.* (2008) y González (2006).

La Fusariosis fue advertida a los 21 días, alcanzando el 90% de incidencia a los 84 días, que correspondió al estado fenológico V8 (visible siete hojas), esta incidencia se mantuvo a lo largo de los otros estados fenológicos. El tizón foliar (*Drechslera*) fue la tercera enfermedad en presentarse, lo que ocurrió a partir de los 66 días, estado fenológico V5- V7 enfermedad que fue incrementándose sin llegar a superar el 90% de incidencia. La Mancha foliar (*Cercospora*), apareció a los 73 días (V7), aumentando su incidencia paulatinamente hasta alcanzar una incidencia del 57%. El resto de enfermedades Mancha tardía (*Cephalosporium*) y el hongo *Harzia* empezaron a ser observados a los 77 días (gráfico 4.11), esta información del campo fue corroborada por las actividades de diagnóstico en el laboratorio.



**GRÁFICO 4.11: Porcentaje de incidencia de patógenos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L3 (Tablón).**

#### **4.2.1.4 Incidencia de hongos en el lote L4 (Mirador)**

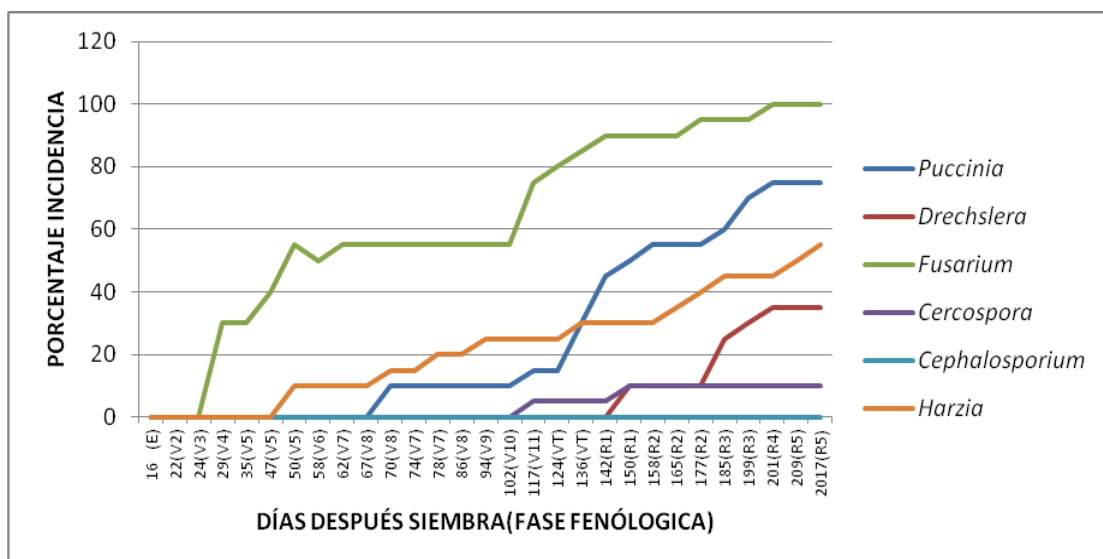
En este lote no se presentó la Mancha tardía (*Cephalosporium*). La enfermedad fúngica de mayor incidencia fue la Fusariosis observada a los 29 días, llegando al 100% de incidencia a los 201 días que correspondió al estado fenológico R4 (Etapa masosa). La Roya fue detectada a los 70 días, estado fenológico V8 (visible ocho hojas), llegando a los 217 días, estado fenológico R5 (Etapa dentada) a manifestar una incidencia final del 75 %. El saprófito *Harzia* fue evidenciado a los 50 días, estado fenológico V5 (visible cinco hojas) incrementando su incidencia hasta el 55% de plantas evaluadas. El resto de enfermedades se manifestaron entre los 102 y 136 días, entre los estados fenológicos V10 y VT, en la última evaluación no llegaron a superar el 40% (cuadro 4.15 y gráfico 4.12).

**CUADRO 4.15: Incidencia de hongos en las fases fenológicas del cultivo, sector L4.**

DDS-FF	<i>Puccinia</i>	<i>Drechslera</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cercospora</i>	<i>Cephalosporium</i>	<i>Harzia</i>
16 (E)	0	0	0	0	0	0
22(V2)	0	0	0	0	0	0
24(V3)	0	0	0	0	0	0
29(V4)	0	0	30	0	0	0
35(V5)	0	0	30	0	0	0
47(V5)	0	0	40	0	0	0
50(V5)	0	0	55	0	0	10
58(V6)	0	0	50	0	0	10
62(V7)	0	0	55	0	0	10
67(V8)	0	0	55	0	0	10
70(V8)	10	0	55	0	0	15
74(V7)	10	0	55	0	0	15
78(V7)	10	0	55	0	0	20
86(V8)	10	0	55	0	0	20
94(V9)	10	0	55	0	0	25
102(V10)	10	0	55	0	0	25
117(V11)	15	0	75	5	0	25
124(VT)	15	0	80	5	0	25
136(VT)	30	0	85	5	0	30
142(R1)	45	0	90	5	0	30
150(R1)	50	10	90	10	0	30
158(R2)	55	10	90	10	0	30
165(R2)	55	10	90	10	0	35
177(R2)	55	10	95	10	0	40
185(R3)	60	25	95	10	0	45
199(R3)	70	30	95	10	0	45
201(R4)	75	35	100	10	0	45
209(R5)	75	35	100	10	0	50
2017(R5)	75	35	100	10	0	55

<sup>DD</sup> Días después de la siembra.

<sup>FF</sup> Fase fenológica.



**GRÁFICO 4.12: Porcentaje de incidencia de hongos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L4 (Mirador).**

#### **4.2.1.5 Incidencia de hongos en el lote L5 (Tiglia)**

En el lote 5, ubicado en Tiglia se presentaron las mismas enfermedades detectadas en el lote 3. La Roya (*Puccinia*) se presentó a los 34 días en el estado fenológico V4 (visible cuatro hojas), incrementando su porcentaje de incidencia rápidamente hasta alcanzar a los 115 días, estado fenológico V9 (visible nueve hojas), el 100%. Otra enfermedad que llegó al 100% de incidencia fue la *Cercospora* que fuera advertida inicialmente a los 83 días, estado fenológico V11 (visible once hojas) y que alcanzó una incidencia del 100% a los 177 días, estado fenológico R2 (Etapa ampolla). El tizón ocasionado por *Drechslera* se manifestó a los 72 días y en la última evaluación la incidencia evaluada en las plantas se acercó al 100%. La Fusariosis fue la enfermedad que se presentó más tempranamente, a los 26 días y fue incrementándose paulatinamente pero no llegó a superar el 80% de incidencia. Los hongos que se presentaron más tardíamente fueron *Harzia* y *Cephalosporium* (Anexo

C- Foto 34 y 41) el primero apenas superó el 50%, mientras que el segundo no llegó a presentarse en más el 20 % de hospederos evaluados (cuadro 4.16 y gráfico 4.13).

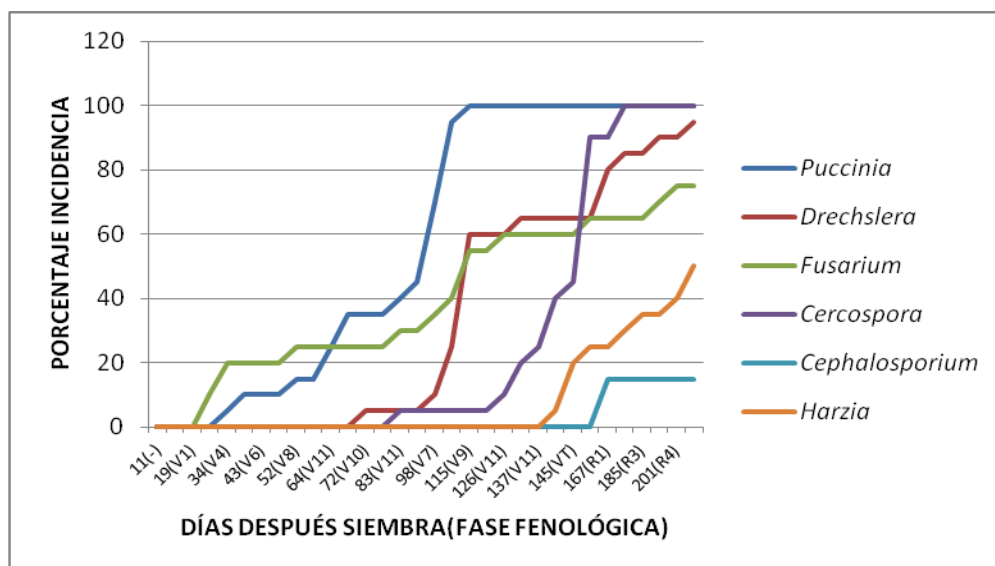
**CUADRO 4.16: Incidencia de hongos en las fases fenológicas del cultivo, sector L5.**

<i>DDS-FF</i>	<i>Puccinia</i>	<i>Drechslera</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cercospora</i>	<i>Cephalosporium</i>	<i>Harzia</i>
11(-)	0	0	0	0	0	0
13(E)	0	0	0	0	0	0
19(V1)	0	0	0	0	0	0
26(V3)	0	0	10	0	0	0
34(V4)	5	0	20	0	0	0
39(V5)	10	0	20	0	0	0
43(V6)	10	0	20	0	0	0
48(V7)	10	0	20	0	0	0
52(V8)	15	0	25	0	0	0
56(V9)	15	0	25	0	0	0
64(V11)	25	0	25	0	0	0
68(V9)	35	0	25	0	0	0
72(V10)	35	5	25	0	0	0
77(V10)	35	5	25	0	0	0
83(V11)	40	5	30	5	0	0
95(V12)	45	5	30	5	0	0
98(V7)	70	10	35	5	0	0
111(V8)	95	25	40	5	0	0
115(V9)	100	60	55	5	0	0
122(V11)	100	60	55	5	0	0
126(V11)	100	60	60	10	0	0
1233(VT)	100	65	60	20	0	0
137(V11)	100	65	60	25	0	0
145(VT)	100	65	60	40	0	5
145(VT)	100	65	60	45	0	20
159(VT)	100	65	65	90	0	25
167(R1)	100	80	65	90	15	25
177(R2)	100	85	65	100	15	30
185(R3)	100	85	65	100	15	35
196(R4)	100	90	70	100	15	35
201(R4)	100	90	75	100	15	40
213(R5)	100	95	75	100	15	50

<sup>DD</sup> Días después de la siembra.

<sup>FF</sup> Fase fenológica.





**GRÁFICO 4.13: Porcentaje de incidencia de patógenos en las plantas de maíz dentro de las diferentes fases fenológicas, en el lote L5 (Tiglia).**

#### 4.2.2. Severidad de los Patógenos.

##### 4.2.2.1 Severidad de los patógenos en el lote L1 (Manteles)

En el lote 1, únicamente se hará referencia dos enfermedades, la Fusariosis (*Fusarium*) y Roya (*Puccinia*); cabe resaltar que *Harzia* de acuerdo a la información bibliográfica disponible es un saprófito, aunque ampliamente recuperado en los aislamientos.

Los primeros síntomas de Fusariosis fueron observados en la evaluación realizada a los 34 días, que correspondió a las fases fenológicas V3 y V4 (Visible tres-cuatro hojas), luego la infección fue incrementándose lentamente hasta los 68 días (estados fenológicos V7-V9 = Visible siete-nueve hojas). Al final de las evaluaciones la severidad promedio llegó cerca del 50%. Esta enfermedad manifestaba síntomas calificados como “mancha de ojo” (Anexo B-Foto 23) a medida que estas manchas ocupan toda el área foliar, las hojas se amarillan, necrosan

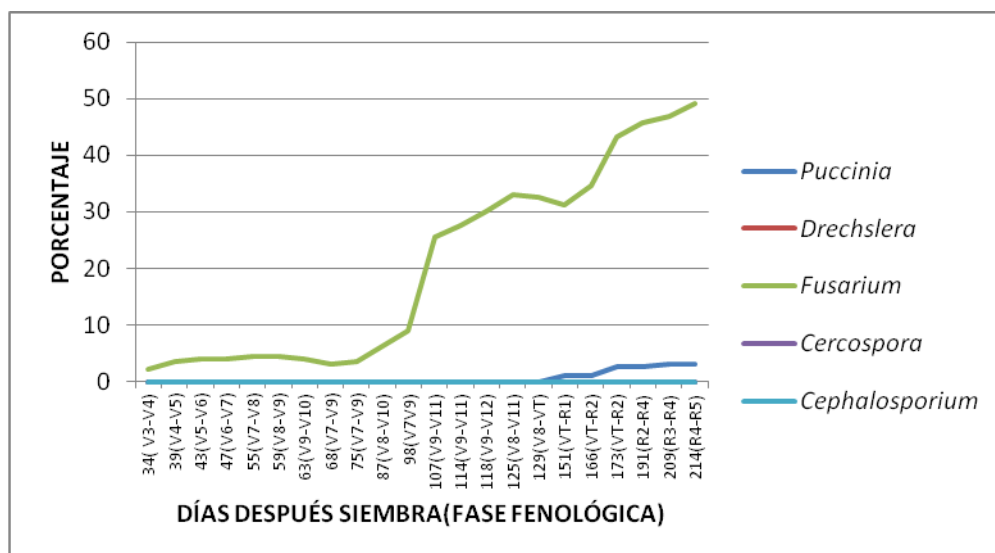
y finalmente se secan, estos síntomas que se presentaban fundamentalmente en las hojas bajas (Anexo B-Foto 9 y 22). La Roya se presentó tardíamente iniciando el proceso infectivo a los 151 días entre los estados fenológicos VT-R1 (visible siete-nueve hojas); en la última evaluación no llegó al 5% de severidad (cuadro 4.17 y gráfico 4.14).

**CUADRO 4.17: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 1.**

<b>DDS-FF</b>	<b><i>Puccinia</i></b>	<b><i>Drechslera</i></b>	<b><i>Fusarium</i></b>	<b><i>Cercospora</i></b>	<b><i>Cephalosporium</i></b>
34( V3-V4)	0,00	0,00	2,25	0,00	0,00
39(V4-V5)	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00
43(V5-V6)	0,00	0,00	4,05	0,00	0,00
47(V6-V7)	0,00	0,00	4,05	0,00	0,00
55(V7-V8)	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00
59(V8-V9)	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00
63(V9-V10)	0,00	0,00	4,05	0,00	0,00
68(V7-V9)	0,00	0,00	3,15	0,00	0,00
75(V7-V9)	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00
87(V8-V10)	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00
98(V7V9)	0,00	0,00	9,0	0,00	0,00
107(V9-V11)	0,00	0,00	25,50	0,00	0,00
114(V9-V11)	0,00	0,00	27,5	0,00	0,00
118(V9-V12)	0,00	0,00	30,0	0,00	0,00
125(V8-V11)	0,00	0,00	33,0	0,00	0,00
129(V8-VT)	0,00	0,00	32,5	0,00	0,00
151(VT-R1)	1,00	0,00	31,1	0,00	0,00
166(VT-R2)	1,00	0,00	34,7	0,00	0,00
173(VT-R2)	2,70	0,00	43,20	0,00	0,00
191(R2-R4)	2,70	0,00	45,80	0,00	0,00
209(R3-R4)	3,15	0,00	46,80	0,00	0,00
214(R4-R5)	3,15	0,00	49,23	0,00	0,00

<sup>DD</sup> Días después de la siembra.

<sup>FF</sup> Fase fenológica.



**GRÁFICO 4.14: Porcentaje de severidad de los patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L1 (Manteles).**

#### **4.2.2.2 Severidad de los patógenos en el lote L2 (Guapón)**

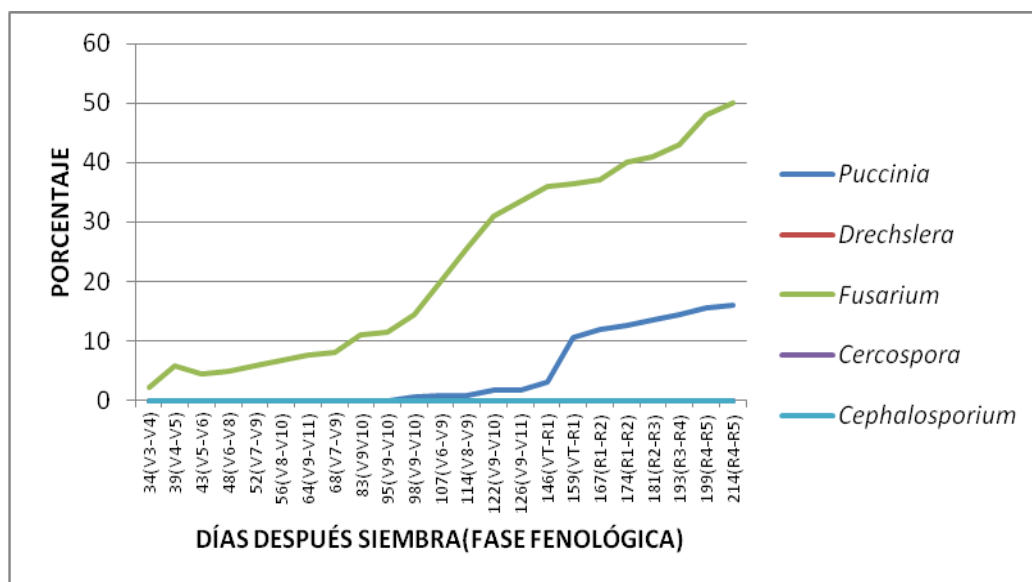
En este lote el maíz exhibió dos enfermedades ocasionadas por *Fusarium* y *Puccinia*, la primera fue evidenciándose a los 34 días después de la siembra cuando las plantas se encontraban en los estado fenológico V3 y V4, la enfermedad fue progresando hasta una severidad promedio del 50%, establecida en la última evaluación efectuada a los 214 días; las plantas se encontraban en los estados fenológicos R5 (Etapa dentada). Cuando la planta de maíz se encontraba en las fases fenológicas V9-V10 (95 días de edad), se observaron pústulas de roya; no obstante, la severidad promedio alcanzada fue del 16%, de acuerdo a la última evaluación (cuadro 4.18 y gráfico 4.15).

**CUADRO 4.18: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 2.**

<b>DDS-FF</b>	<b><i>Puccinia</i></b>	<b><i>Drechslera</i></b>	<b><i>Fusarium</i></b>	<b><i>Cercospora</i></b>	<b><i>Cephalosporium</i></b>
34(V3-V4)	0	0	2,25	0,00	0,00
39(V4-V5)	0,0	0,0	5,85	0,00	0,00
43(V5-V6)	0,0	0,0	4,50	0,00	0,00
48(V6-V8)	0,0	0,0	4,95	0,00	0,00
52(V7-V9)	0,0	0,0	5,85	0,00	0,00
56(V8-V10)	0,0	0,0	6,75	0,00	0,00
64(V9-V11)	0,0	0,0	7,65	0,00	0,00
68(V7-V9)	0,0	0,0	8,10	0,00	0,00
83(V9V10)	0,0	0,0	11,00	0,00	0,00
95(V9-V10)	0,0	0,0	11,50	0,00	0,00
98(V9-V10)	0,5	0,0	14,50	0,00	0,00
107(V6-V9)	0,9	0,0	20,00	0,00	0,00
114(V8-V9)	0,9	0,0	25,50	0,00	0,00
122(V9-V10)	1,8	0,0	31,00	0,00	0,00
126(V9-V11)	1,8	0,0	33,50	0,00	0,00
146(VT-R1)	3,15	0,00	36,00	0,00	0,00
159(VT-R1)	10,5	0,00	36,50	0,00	0,00
167(R1-R2)	12,0	0,00	37,00	0,00	0,00
174(R1-R2)	12,5	0,00	40,00	0,00	0,00
181(R2-R3)	13,5	0,00	41,00	0,00	0,00
193(R3-R4)	14,5	0,00	43,00	0,00	0,00
199(R4-R5)	15,5	0,00	48,00	0,00	0,00
214(R4-R5)	16,0	0,00	50,00	0,00	0,00

<sup>DDS</sup> Días después de la siembra.

<sup>FF</sup> Fase fenológica.



**GRÁFICO 4.15: Porcentaje de severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológica, en el lote L2 (Tablón).**

#### **4.2.2.3 Severidad de los patógenos en el lote L3 (Tablón)**

En el lote 3, la Fusariosis (*Fusarium*), Roya (*Puccinia*) y Tizón foliar (*Drechslera*) fueron inicialmente evaluadas desde el día 21 al 57, cuando las plantas de maíz estaban en los estados fenológicas V1-V2 (Visible una-dos hojas). En la última evaluación, efectuada a los 219 días (estados fenológicos R4 y R5) presentaron porcentajes promedios de severidad de infección entre 25,30; 28,40 y 31,10%; resultados concuerda con los expuestos por González (2007), quién afirma que la roya (*Puccinia sorghi*) se presenta cada año con diferentes niveles de severidad los mismo que los ubicó entre 30-40% del área foliar afectada y puede aparecer desde el comienzo del ciclo del cultivo (Carmona, 2008).

Las enfermedades restantes fueron advertidas a los 73 y 77 días, cuando las plantas de maíz se encontraban en los estados fenológicos V6-V8; únicamente las lesiones causadas por *Cercospora*, en la última evaluación, acusaron una severidad

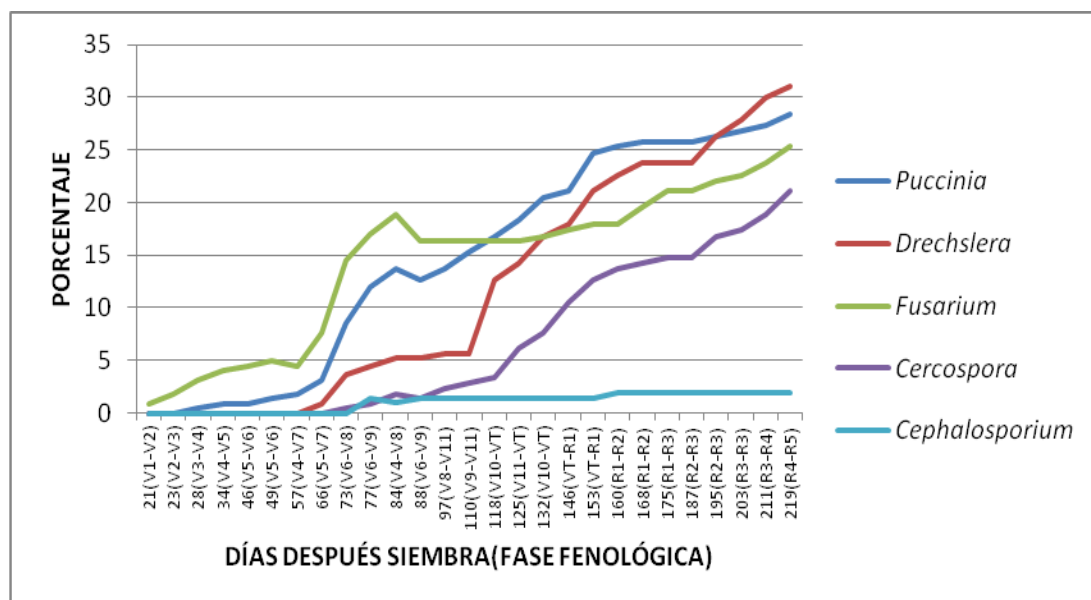
promedio ligeramente superior del 20%; mientras, que *Cephalosporium* no superó el 10% (cuadro 4.19 y gráfico 4.16).

**CUADRO 4.19: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 3.**

DDS-FF	<i>Puccinia</i>	<i>Drechslera</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cercospora</i>	<i>Cephalosporium</i>
21(V1-V2)	0,0	0,00	0,90	0,00	0,00
23(V2-V3)	0,0	0,00	1,80	0,00	0,00
28(V3-V4)	0,45	0,00	3,15	0,00	0,00
34(V4-V5)	0,90	0,00	4,05	0,00	0,00
46(V5-V6)	0,90	0,00	4,50	0,00	0,00
49(V5-V6)	1,35	0,00	4,95	0,00	0,00
57(V4-V7)	1,80	0,00	4,50	0,00	0,00
66(V5-V7)	3,15	0,90	7,65	0,00	0,00
73(V6-V8)	8,55	3,60	14,50	0,45	0,00
77(V6-V9)	12,00	4,50	17,00	0,90	1,35
84(V4-V8)	13,70	5,22	18,90	1,80	0,99
88(V6-V9)	12,60	5,22	16,30	1,42	1,44
97(V8-V11)	13,70	5,67	16,30	2,34	1,44
110(V9-V11)	15,30	5,67	16,30	2,88	1,44
118(V10-VT)	16,80	12,60	16,30	3,33	1,44
125(V11-VT)	18,40	14,20	16,30	6,12	1,44
132(V10-VT)	20,50	16,80	16,80	7,56	1,44
146(VT-R1)	21,11	17,90	17,40	10,50	1,44
153(VT-R1)	24,70	21,11	17,90	12,60	1,44
160(R1-R2)	25,30	22,60	17,90	13,70	1,89
168(R1-R2)	25,80	23,70	19,50	14,20	1,89
175(R1-R3)	25,80	23,70	21,10	14,70	1,89
187(R2-R3)	25,80	23,70	21,10	14,70	1,89
195(R2-R3)	26,30	26,30	22,10	16,80	1,89
203(R3-R3)	26,80	27,90	22,60	17,40	1,89
211(R3-R4)	27,40	30,00	23,70	18,90	1,89
219(R4-R5)	28,40	31,10	25,30	21,11	1,89

<sup>DDS</sup> Días después de la siembra.

<sup>FF</sup> Fase fenológica.



**GRÁFICO 4.16: Porcentaje de severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L3 (Tablón).**

#### **4.2.2.4 Severidad de los patógenos en el lote L4 (Mirador)**

La Fusariosis fue la enfermedad que manifestó una mayor severidad promedio; los primeros síntomas fueron verificados a los 29 días, es decir cuando las plantas se encontraban en los estados fenológicos V3-V4, la enfermedad fue incrementándose hasta superar una severidad promedio del 31.5% cabe señalar que la última evaluación fue realizada cuando los estados fenológicos correspondía a R4-R5. La Roya se manifestó a los 70 días, cuando las plantas se encontraban en los estados fenológicos V7-V12; pero de acuerdo a los datos en la última evaluación no alcanzó el 15%. Las enfermedades causadas por *Drechslera* y *Cercospora* fueron las que se manifestaron más tardíamente y presentaron severidades promedio bajas en la última evaluación (cuadro 4.20 y gráfico 4.17).

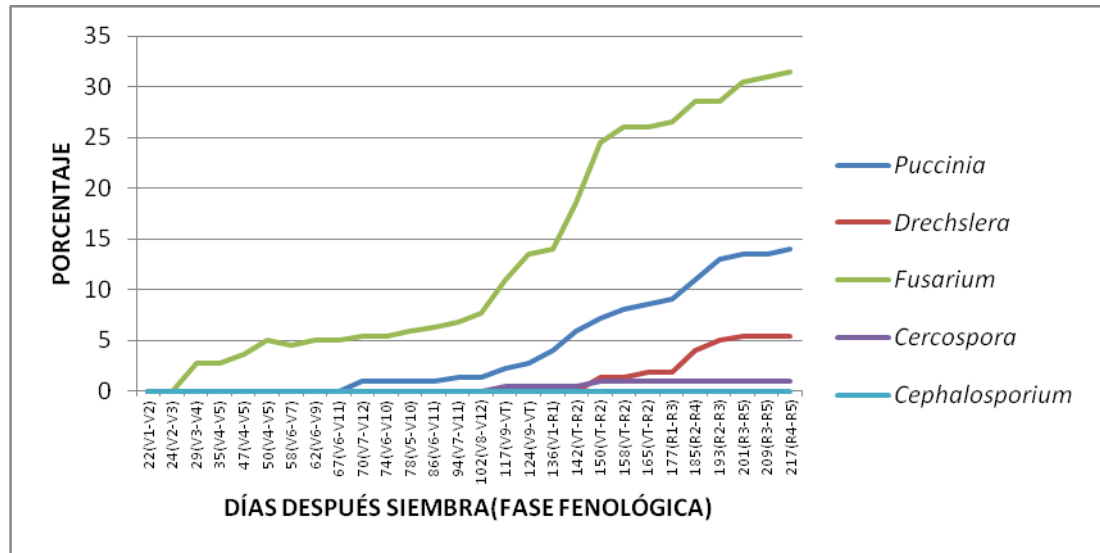
**CUADRO 4.20: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 4.**

<b>DDS –FF</b>	<b><i>Puccinia</i></b>	<b><i>Drechslera</i></b>	<b><i>Fusarium</i></b>	<b><i>Cercospora</i></b>	<b><i>Cephalosporium</i></b>
22(V1-V2)	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
24(V2-V3)	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
29(V3-V4)	0,0	0,00	2,70	0,00	0,00
35(V4-V5)	0,0	0,00	2,70	0,00	0,00
47(V4-V5)	0,0	0,00	3,60	0,00	0,00
50(V4-V5)	0,0	0,00	4,95	0,00	0,00
58(V6-V7)	0,0	0,00	4,50	0,00	0,00
62(V6-V9)	0,0	0,00	4,95	0,00	0,00
67(V6-V11)	0,0	0,00	4,95	0,00	0,00
70(V7-V12)	0,9	0,00	5,40	0,00	0,00
74(V6-V10)	0,9	0,00	5,40	0,00	0,00
78(V5-V10)	0,9	0,00	5,85	0,00	0,00
86(V6-V11)	0,9	0,00	6,30	0,00	0,00
94(V7-V11)	1,35	0,00	6,75	0,00	0,00
102(V8-V12)	1,35	0,00	7,65	0,00	0,00
117(V9-VT)	2,25	0,00	11,00	0,45	0,00
124(V9-VT)	2,70	0,00	13,50	0,45	0,00
136(V1-R1)	4,05	0,00	14,00	0,45	0,00
142(VT-R2)	5,85	0,00	18,50	0,45	0,00
150(VT-R2)	7,20	1,35	24,50	0,90	0,00
158(VT-R2)	8,10	1,35	26,00	0,90	0,00
165(VT-R2)	8,55	1,80	26,00	0,90	0,00
177(R1-R3)	9,00	1,80	26,50	0,90	0,00
185(R2-R4)	11,00	4,05	28,50	0,90	0,00
193(R2-R3)	13,0	4,95	28,50	0,90	0,00
201(R3-R5)	13,5	5,40	30,50	0,90	0,00
209(R3-R5)	13,5	5,40	31,00	0,90	0,00
217(R4-R5)	14,0	5,40	31,50	0,90	0,00

<sup>DDS</sup> Días después de la siembra.

<sup>FF</sup> Fase fenológica.





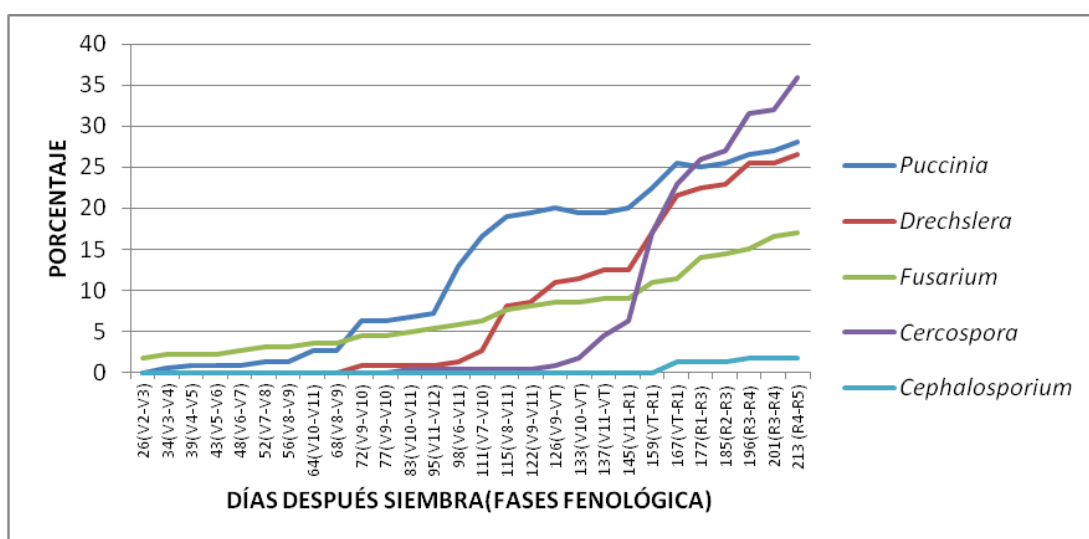
**GRÁFICO 4.17: Porcentaje de severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L4 (Mirador).**

#### **4.2.2.5 Severidad de los patógenos en el lote L5 (Tiglia)**

Las enfermedades catalogadas como Fusariosis y la Roya fueron las primeras en manifestarse en una evaluación realizada a los 26 y 34 días respectivamente, cuando las plantas de maíz se encontraban en los estados fenológicos V2-V3, la primera fue incrementándose lentamente, y en la última evaluación efectuada a los 213 días (las plantas se encontraban entre R4-R5) acusó una severidad promedio ligeramente superior al 16%, La roya fue incrementándose rápidamente y superó el 26% en la última evaluación. Es importante el comportamiento de la *Cercospora*, que aunque fue evidenciada a los 83 días, cuando las plantas se encontraban en las fases fenológicas V9-V11, manifestó un incremento de severidad más acelerado; en efecto, en la última evaluación aplicada a los 213 días (estados fenológicos R5-R6) alcanzó una severidad promedio que superó el 35%, constituyéndose la enfermedad que obtuvo el mayor porcentaje. Los síntomas causados por mancha *Cercospora* se

presentó inicialmente como manchas pequeñas translúcidas (Anexo B-Foto 13) y a medida que avanza se tornan de apariencia rectangular y de color grisáceo cuando el hongo está completamente esporulado (Anexo B-Foto 8). A medida que la infección avanza las lesiones forman grandes áreas necróticas, estos síntomas fueron también observados por Varón *et al.* (2007).

El tizón causado por *Drechslera* se manifestó a los 72 días, al momento las plantas muestreadas se encontraban en los estados fenológicos V9-V10 y en la última evaluación alcanzó una severidad promedio de un 36%, presentando lesiones ovaladas en las hojas bajas, progresando paralelamente a la nervadura central y toman una coloración parda causando necrosis en la hoja (Anexo B-6,6 y 21). *Cephalosporium* se presentó más tardíamente y al final de la evaluación no sobrepasaron una severidad promedio del 7% (cuadro 4.21 y gráfico 4.18).



**GRÁFICO 4.18: Porcentaje de la severidad de patógenos en las plantas de maíz de acuerdo a las fases fenológicas, en el lote L5 (Tiglia).**

**CUADRO 4.21: Porcentaje de severidad de los patógenos en las fases fenológicas del cultivo, en el Lote 5.**

DDS – FF	<i>Puccinia</i>	<i>Drechslera</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cercospora</i>	<i>Cephalosporium</i>
26(V2-V3)	0,0	0,00	1,80	0,00	0,00
34(V3-V4)	0,5	0,00	2,25	0,00	0,00
39(V4-V5)	0,90	0,00	2,25	0,00	0,00
43(V5-V6)	0,90	0,00	2,25	0,00	0,00
48(V6-V7)	0,90	0,00	2,70	0,00	0,00
52(V7-V8)	1,35	0,00	3,15	0,00	0,00
56(V8-V9)	1,35	0,00	3,15	0,00	0,00
64(V10-V11)	2,70	0,00	3,60	0,00	0,00
68(V8-V9)	2,70	0,00	3,60	0,00	0,00
72(V9-V10)	6,30	0,90	4,50	0,00	0,00
77(V9-V10)	6,30	0,90	4,50	0,00	0,00
83(V10-V11)	6,75	0,90	4,95	0,45	0,00
95(V11-V12)	7,20	0,90	5,40	0,45	0,00
98(V6-V11)	13,00	1,35	5,85	0,45	0,00
111(V7-V10)	16,50	2,70	6,30	0,45	0,00
115(V8-V11)	19,00	8,10	7,65	0,45	0,00
122(V9-V11)	19,50	8,55	8,10	0,45	0,00
126(V9-VT)	20,00	11,00	8,55	0,90	0,00
133(V10-VT)	19,50	11,50	8,55	1,80	0,00
137(V11-VT)	19,50	12,50	9,00	4,50	0,00
145(V11-R1)	20,00	12,50	9,00	6,30	0,00
159(VT-R1)	22,50	17,00	11,00	17,00	0,00
167(VT-R1)	25,50	21,50	11,50	23,00	1,35
177(R1-R3)	25,00	22,50	14,00	26,00	1,35
185(R2-R3)	25,50	23,00	14,50	27,00	1,35
196(R3-R4)	26,50	25,50	15,00	31,50	1,80
201(R3-R4)	27,00	25,50	16,50	32,00	1,80
213 (R4-R5)	28,00	26,50	17,00	36,00	1,80

<sup>DDS</sup> Días después de la siembra.

<sup>FF</sup> Fase fenológica.

#### 4.2.3. Nematodos.

En cada uno de los lotes de la jurisdicción de Patate se evaluó la población de nematodos, en diferentes etapas fenológicas mediante la ejecución de cinco muestreos, se determinaron los siguientes géneros: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*,

*Tylenchus*, *Paratylenchus*, los cuales causan lesiones en las raíces, que debilitan a las plantas y facilitan la entrada de patógenos conforme lo menciona Sillon (2010); además se encontró la presencia de saprófitos.

#### **4.2.3.1 Lote L1 (Manteles)**

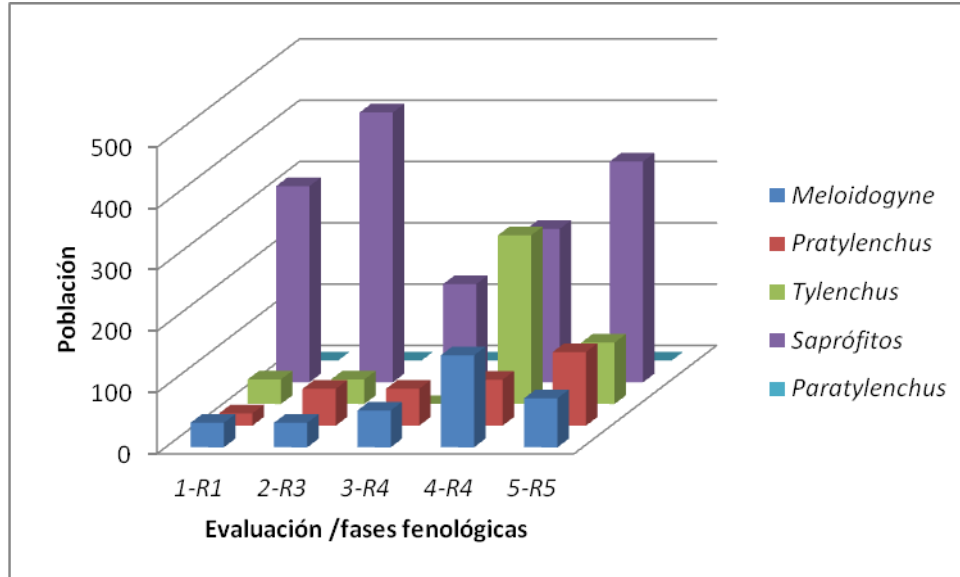
La mayor población de nematodos en este lote correspondió a los saprófitos. En las tres primeras evaluaciones realizadas cuando las plantas se encontraban en las fases fenológicas R1 (visible los estigmas), R3 (Etapa lechosa) y R4 (Etapa masosa), los nematodos *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Tylenchus* fueron extraídos en poblaciones inferiores a los 100 nemátodos/100g de suelo. Las poblaciones de estos nematodos se incrementó en la 4<sup>ta</sup> y 5<sup>ta</sup> evaluaciones, con relación a las tres previas evaluaciones (cuadro 4.22 y gráfico 4.19).

**CUADRO 4.22: Población de los nematodos en el lote L1 (Manteles) en cinco evaluaciones, en 100g de suelo con cultivo de maíz.**

Eva./FF	<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Saprófitos	<i>Paratylenchus</i>
1-R1	40	20	40	320	0
2-R3	40	60	40	440	0
3-R4	60	60	0	160	0
4-R4	150	75	275	250	0
5-R5	80	120	100	360	0

<sup>Eva</sup> Evaluación

<sup>FF</sup> Fase fenológica



**GRÁFICO 4.19: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L1 (Manteles), en cinco evaluaciones.**

#### 4.2.3.2 Lote L2 (Guapón)

La población de nematodos saprófitos en el Lote 2 fue mayor en cada una de las evaluaciones, particularmente en la segunda evaluación con una población de 660 saprófitos/100 g de suelo. Las poblaciones de los otros nematodos fueron más bajas a excepción de la población de *Tylenchus* (220/100g suelo) en la segunda evaluación y las poblaciones de *Meloidogyne* de la 4<sup>ta</sup> y 5<sup>ta</sup> evaluaciones (125-180 J2/100g). *Paratylenchus* no fue recuperado en este lote.

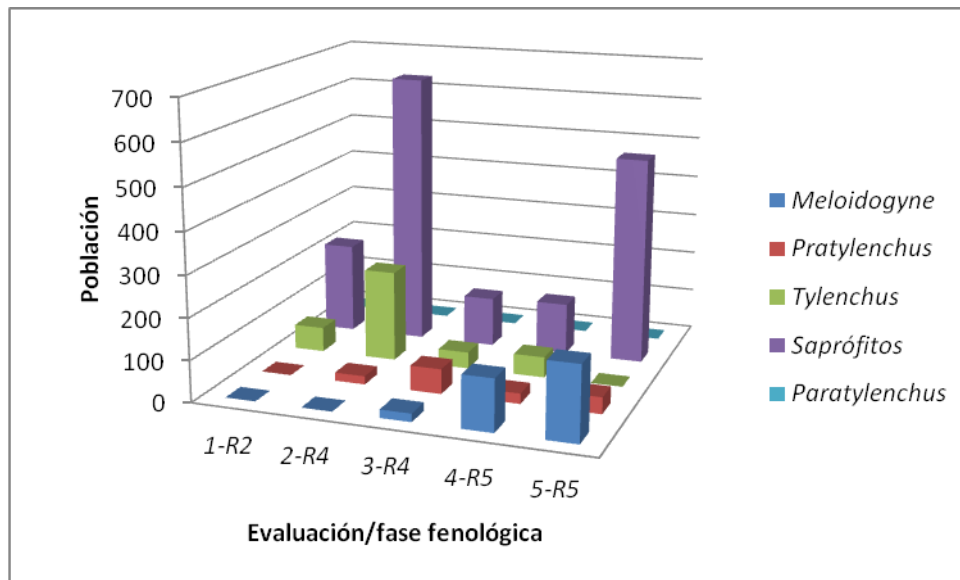
Las poblaciones de *Tylenchus* ocupa una posición media entre la poblaciones de *Meloidogyne* y *Pratylenchus* (cuadro 4.23 y gráfico 4.20).

**CUADRO 4.23: Población de los nematodos en el lote L2 (Guapón) en cinco evaluaciones, en 100g de suelo con cultivo de maíz.**

Eva./FF	Meloidogyne	Pratylenchus	Tylenchus	Saprófitos	Paratylenchus
1-R2	0	0	60	220	0
2-R4	0	20	220	660	0
3-R4	20	60	40	120	0
4-R5	125	25	50	125	0
5-R5	180	40	0	500	0

<sup>Eva</sup> Evaluación

<sup>FF</sup> Fase fenológica



**GRÁFICO 4.20: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L2 (Guapón), en cinco evaluaciones.**

#### 4.2.3.3 Lote L3 (Tablón)

En el Lote L3 (Tablón) la población de nematodos saprófitos fue mayor que el resto de nematodos, en las diversas fases fenológicas del cultivo; además *Tylenchus* logró una población mayor de 280/100g de suelo en la quinta evaluación. *Paratylenchus* tuvo similar población a la extraída en la muestra de suelo del L4 (Lote 4-Mirador), pues únicamente en la segunda evaluación, etapa fenológica VT

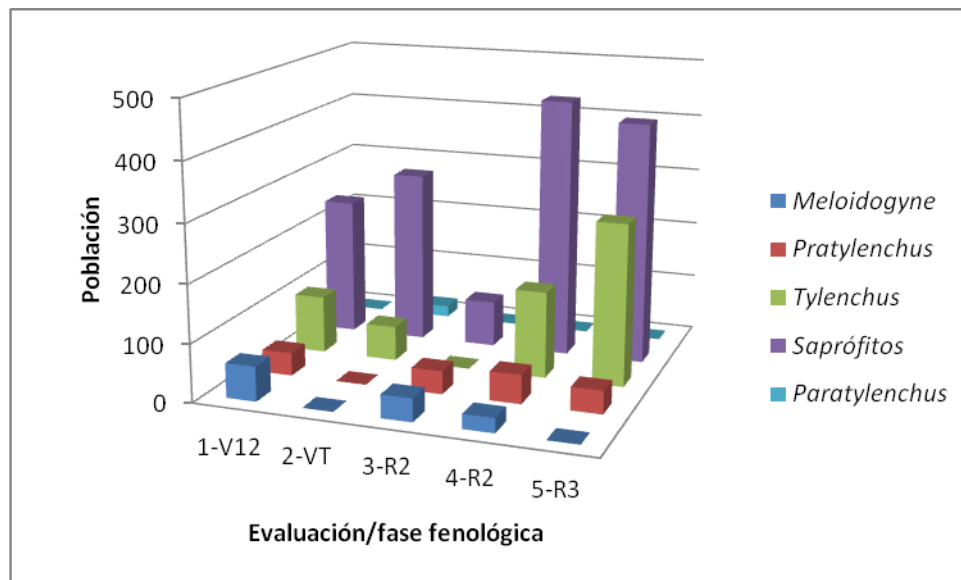
(Panoja) manifestó una población de 20 nematodos/100g de suelo y en el resto de evaluaciones una ausencia total de larvas de este género (cuadro 4.24 y gráfico 4.21).

**CUADRO 4.24: Población de los nematodos en el lote L3 (Tablón) en cinco evaluaciones, en 100g de suelo con cultivo de maíz.**

Eva./FF	<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Saprófitos	<i>Paratylenchus</i>
1-V12	60	40	100	240	0
2-VT	0	0	60	300	20
3-R2	40	40	0	80	0
4-R2	25	50	150	450	0
5-R3	0	40	280	420	0

<sup>Eva</sup> Evaluación

<sup>FF</sup> Fase fenológica



**GRÁFICO 4.21: Población de nematodos en 100gr de suelo del lote L3 (Tablón), en cinco evaluaciones.**

#### 4.2.3.4 Lote L4 (Mirador)

Al igual que en lotes anteriores la población de los saprófitos fue mayor en cada una de las evaluaciones realizadas; sin embargo, la mayor población fue

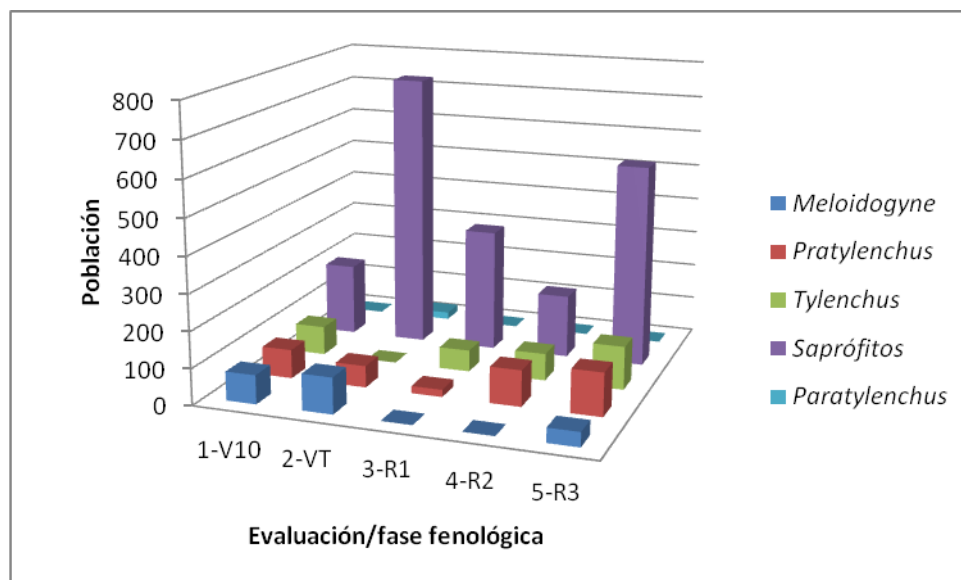
alcanzada en la segunda evaluación, con una población de 760 nematodos/100g de suelo, mientras que el resto de nematodos no superaron la población de 120 nematodos/100g de suelo. *Paratylenchus* únicamente manifestó una población de 20 nematodos/100g en la segunda evaluación, manifestando su ausencia en el resto de evaluaciones (cuadro 4.25 y gráfico 4.22).

**CUADRO 4.25: Población de los nematodos en el lote L4 (Mirador) en cinco evaluaciones, en 100g de suelo con cultivo de maíz.**

Eva./FF	<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Saprófitos	<i>Paratylenchus</i>
1-V10	80	80	80	200	0
2-VT	100	60	0	760	20
3-R1	0	20	60	340	0
4-R2	0	100	75	175	0
5-R3	40	120	120	560	0

<sup>Eva</sup> Evaluación

<sup>FF</sup> Fase fenológica



**GRÁFICO 4.22: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L4 (Mirador) en cinco evaluaciones.**



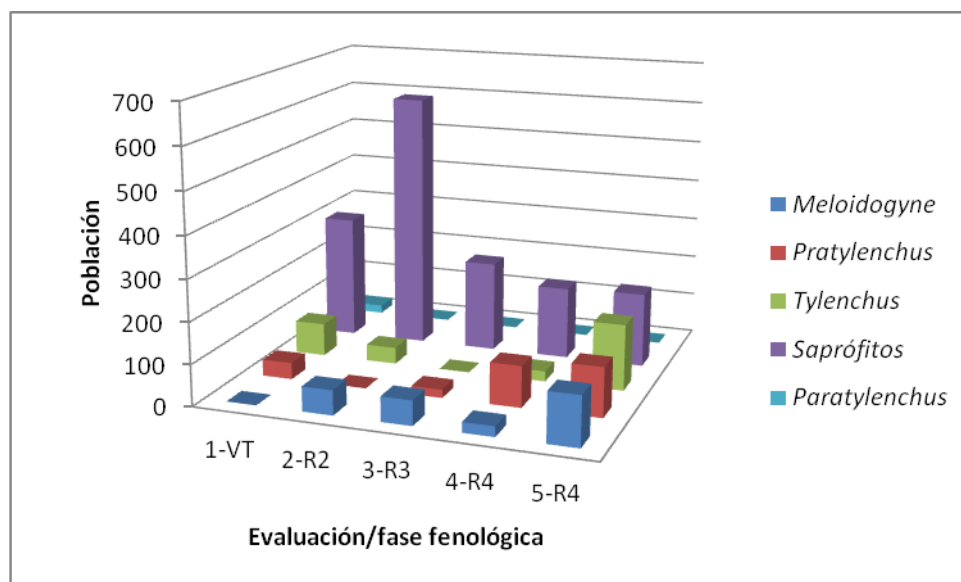
#### 4.2.3.5 Lote L5 (Tiglia)

La población de los nematodos saprófitos fue mayor en cada una de las evaluaciones establecidas, particularmente en la segunda evaluación que se extrajo una población 620/100g; el resto de nematodos manifestaron poblaciones bajas que en las cuatro primeras evaluaciones no superaron la población de 120 individuos/100g de suelo y únicamente en la quinta evaluación las poblaciones fueron mayores (cuadro 4.26 y gráfico 4.23).

**CUADRO 4.26: Población de los nematodos en el lote L5 (Tiglia) en cinco evaluaciones, en 100g de suelo con cultivo de maíz.**

Eva./FF	<i>Meloidogyne</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchus</i>	Saprófitos	<i>Paratylenchus</i>
1-VT	0	40	80	300	20
2-R2	60	0	40	620	0
3-R3	60	20	0	220	0
4-R4	25	100	25	175	0
5-R4	120	120	160	180	0

<sup>Eva</sup> Evaluación  
<sup>FF</sup> Fase fenológica



**GRÁFICO 4.23: Población de nematodos en 100g de suelo del lote L5 (Tiglia) en cinco evaluaciones.**

Según Chaves (2010), los nematodos que se encuentran en los suelos, pueden provocar diferentes grados de daño en plantaciones de soja, maíz, trigo, girasol, papa y hortalizas. El nivel de daño depende de la susceptibilidad de la planta hospedante y de las condiciones de temperatura y humedad del suelo, entre otros factores. Incluso algunas especies están capacitadas para sobrevivir a la falta de alimento o a las condiciones adversas del medio durante varios meses y aún años, y vuelven a desarrollarse tan pronto como estas condiciones se normalizan. Mientras Christie *et al.* (1951) Harrison *et al.* (1952) y Martin *et al.* (1955) mencionan que ciertas especies de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchus*, *Paratylenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylencgus*, *Tylenchorhynchus* causan daños económicamente importantes al maíz, las pérdidas ocasionadas por los nematodos son del 10% del rendimiento.

Starr *et al.* (2002) reportaron que *Pratylenchus zae* y *Meloidogyne* spp son dos géneros de nematodos importantes para el cultivo de maíz en los trópicos.

El daño causado por *Pratylenchus* spp. varía, dependiendo en el grado de infestación y condiciones ambientales. Hay, por lo menos, 5 especies de *Pratylenchus* capaz de causar lesiones en las raíces de maíz. *Pratylenchus* son nematodos pequeños (0.30-0.75 mm) que favorecen los suelos arenosos aunque son presente en todo tipo de suelos. Los nematodos pueden podar severamente las raíces de las plantas causando enanismo y una reducción en el diámetro de los tallos y los pesos de las raíces.

*Meloidogyne* spp. tiene una distribución mundial y se considera como una plaga importante para del cultivo de maíz. Hay, por lo menos, 6 especies de *Meloidogyne* que puedan atacar las raíces de maíz. La hembra tiene una forma de una pera con un diámetro de hasta 2 mm. Las síntomas causados por *Meloidogyne* son enanismo y clorosis de las plantas, a demás se puede notar nódulos en las raíces y una proliferación de raíces fibrosas.

No se dispone de información sobre los umbrales económicos en caso concreto de maíz inicialmente, en términos generales no se manifestaron los focos infecciosos en el maíz con síntomas que involucran el tamaño de la planta y clorosis, consecuentemente es muy probable que en la práctica los niveles poblacionales de *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Paratylenchus* no ocasionan daño a las plantas o el daño sea mínimo razón por la cual los síntomas secundarios no son debidamente advertidos.

#### **4.2.4. Malezas**

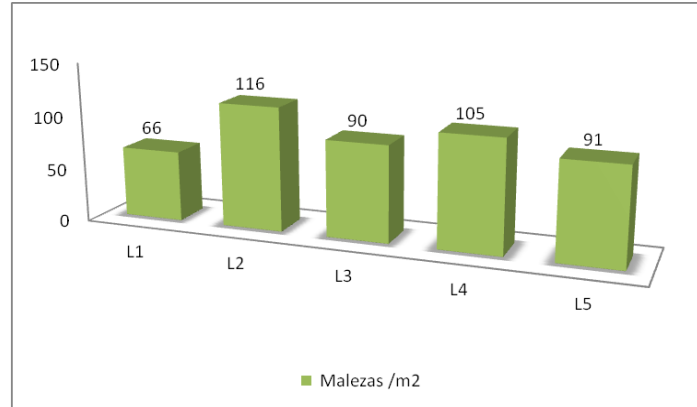
##### **4.2.4.1 Número de malezas/m<sup>2</sup>**

La población de malezas/m<sup>2</sup> fue muy variable a lo largo de las cuatro evaluaciones realizadas, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. La mayor población se presentó en el L2 (Lote 2-Guapón) en la cuarta evaluación, etapa fenológica R5 (Etapa dentada), lote localizado a una altura de 2792,5 a 2811,5 msnm. La menor población se manifestó en el lote L4 (Lote 4-Mirador), en la

primera evaluación, etapa V2 (visible dos hojas) a una altura de 2959 a 2961 msnm (cuadro 4.27 y gráfico 4.25). El L2 presentó mayor número de malezas en contraste, el L1 (Lote 1-Manteles) presentó menor población de malezas (gráfico 4.24).

Las evaluaciones realizadas en los estados fenológicos del cultivo permitió observar el incremento de la población de malezas a medida que desarrolla el estado fenológico, se pudo notar que en la etapa vegetativa del cultivo, el agricultor pone mucha énfasis en la presencia de malezas, apreciándose en el cuadro 4.30, que en la V2 del L4 existió poca cantidad de malezas debido a que le agricultor realizó una adecuada preparación del terreno y el control de malezas antes de la siembra, mientras que en la etapa reproductiva R5 (Etapa dentada) del L2, se observa gran cantidad de malezas, porque ya no compiten con el cultivo y está próximo a la cosecha.

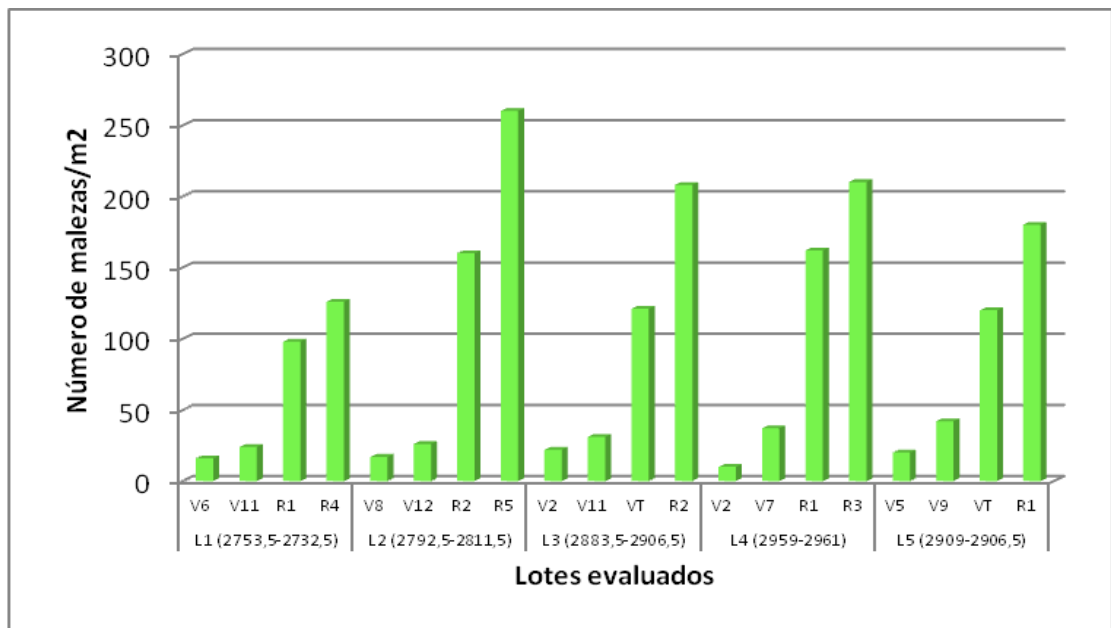
Estos resultados concuerdan con Lafitte (1993), donde expresa que el maíz es sensible entre las etapas V3 (visible tres hojas) y V8 (visible ocho hojas), él explica que en la etapa V3 las malezas son generalmente importantes cuando están más desarrolladas que el maíz, mientras, en V8 el cultivo suele reducir suficientemente la luz solar que llega a las malezas y las controla en forma adecuada coincidiendo con (Nieto *et al.* 1968; Ampong-Nyarko 1984), que señalan, el periodo crítico de competencia de las malezas es desde la segunda semana hasta la sexta semana después de la siembra, se debe controlar.



**GRÁFICO 4.24:** Población promedio de malezas en los lotes evaluados.

**CUADRO 4.27:** Población de malezas por fase fenológica del cultivo de maíz.

L1 (2753,5-2732,5)				L2 (2792,5-2811,5)				L3 (2883,5-2906,5)				L4 (2959-2961)				L5 (2909-2906,5)			
V6	V11	R1	R4	V8	V12	R2	R5	V2	V11	VT	R2	V2	V7	R1	R3	V5	V9	VT	R1
16	24	98	126	17	26	160	260	22	31	121	208	10	37	162	210	20	42	120	180



**GRÁFICO 4.25:** Total de malezas en las etapas fenológicas del cultivo.

#### **4.2.4.2 Número de especies/m<sup>2</sup>**

Como resultados de las evaluaciones del número de especies de malezas, encontradas en los lotes, se consiguió identificar que existen especies adaptadas a diferentes altitudes de la zona, observándose en la mayoría de lotes evaluados. (Cuadro 4.28)

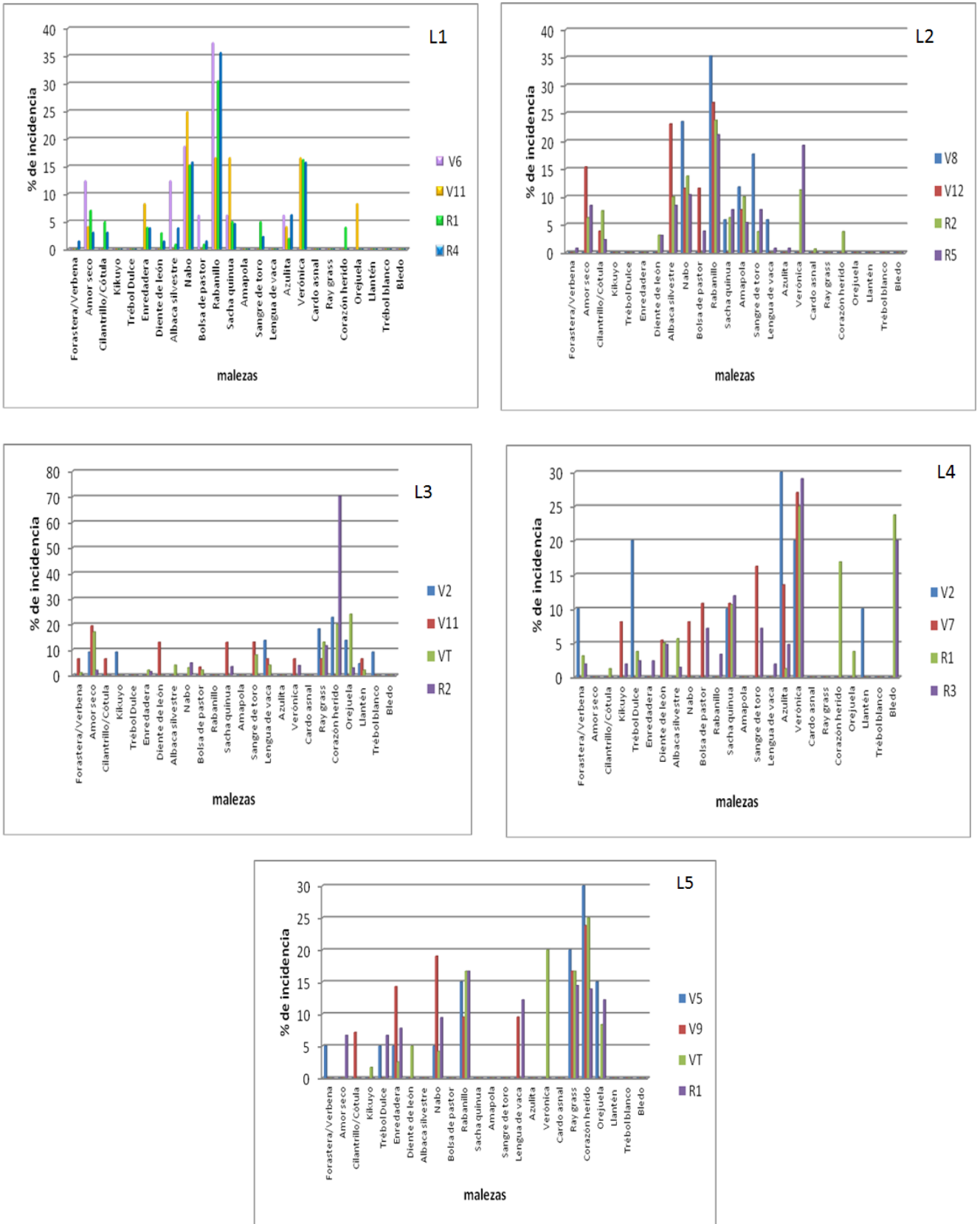
El gráfico 4.28 se observa que el L1, mantuvo un porcentaje del 36% de la especie *R. raphanistrum* “Rabanillo (Anexo E-12)”, fase fenológica R4 (Etapa masosa), similar al L2 que obtuvo un 35 % de presencia de esta especie; en el L3 con 70% de *P. nepalense* “Corazón herido”(Anexo E-4), fase fenológica R2 (Etapa ampolla), al igual que L5 con 30% de presencia de esta especie y en el L4 con 29% de presencia de la especie *V.pérsica* “Verónica (cuadro 4.31 , y gráfico 4.26).

**CUADRO 4.28: Incidencia de las especies de malezas en cinco evaluaciones en los lotes experimentales**

EVALUACIÓN DE INCIDENCIA DE MALEZAS (%)																					
		LOTE 1				LOTE 2				LOTE 3				LOTE 4				LOTE 5			
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	V6	V11	R1	R4	V8	V12	R2	R5	V2	V11	VT	R2	V2	V7	R1	R3	V5	V9	VT	R1
<i>Silene gallica</i> L.	Forastera/Verbena	0	0	0	2	0	0	0	1	0	6	1	0	10	0	3	2	5	0	0	0
<i>Bidens pilosa</i> L.	Amor seco	13	4	7	3	0	15	6	8	9	19	17	2	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Cotula australis</i> Sieb.	Cilantrillo/Cótula	0	0	5	3	0	4	8	2	0	6	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst	Kikuyo	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	8	0	2	0	0	2	0
<i>Oxalis martiana</i> (Zucc) Small	Trébol Dulce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	4	2	5	0	0	7
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Enredadera	0	8	4	4	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	5	14	3	8
<i>Hipochoris radicta</i>	Diente de león	0	0	3	2	0	0	3	3	0	13	0	0	0	5	5	5	0	0	5	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	Albaca silvestre	13	0	1	4	0	23	10	8	0	0	4	0	0	0	6	1	0	0	0	0
<i>Brassica campestris</i>	Nabo	19	25	15	16	24	12	14	10	0	0	3	5	0	8	0	0	5	19	4	9
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bolsa de pastor	6	0	1	2	0	12	0	4	0	3	2	0	0	11	0	7	0	0	0	0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Rabanillo	38	17	31	36	35	27	24	21	0	0	0	0	0	0	0	3	15	10	17	17
<i>Chenopodium paniculatum</i>	Sacha quinua	6	17	5	5	6	0	6	8	0	13	0	3	10	11	11	12	0	0	0	0
<i>Papaver rhoeas</i>	Amapola	0	0	0	0	12	8	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex acetosella</i>	Sangre de toro	0	0	5	2	18	0	4	8	0	13	8	0	0	16	0	7	0	0	0	0
<i>Rumex obtusifolius</i>	Lengua de vaca	0	0	0	0	6	0	0	1	14	6	4	0	0	0	0	2	0	10	0	12
<i>Anagallis arvensis</i>	Azulita	6	4	2	6	0	0	0	1	0	0	0	0	30	14	1	5	0	0	0	0
<i>Veronica pérsica</i>	Verónica	0	17	16	16	0	0	11	19	0	6	0	4	20	27	25	29	0	0	20	0
<i>Silybum marianum</i>	Cardo asnal	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lolium perenne</i> L.	Ray grass	0	0	0	0	0	0	0	0	18	6	13	12	0	0	0	0	20	17	17	14
<i>Polygonum nepalense</i>	Corazón herido	0	0	4	0	0	0	4	0	23	0	20	70	0	0	17	0	30	24	25	14
<i>Hydrocotyle humboldtii</i>	Orejuela	0	8	0	0	0	0	0	0	14	0	24	3	0	0	4	0	15	0	8	12
<i>Plantago australis</i>	Llantén	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	2		10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthus blitoides</i>	Bledo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	20	0	0	0	0

Malezas presentes en todos los lotes.

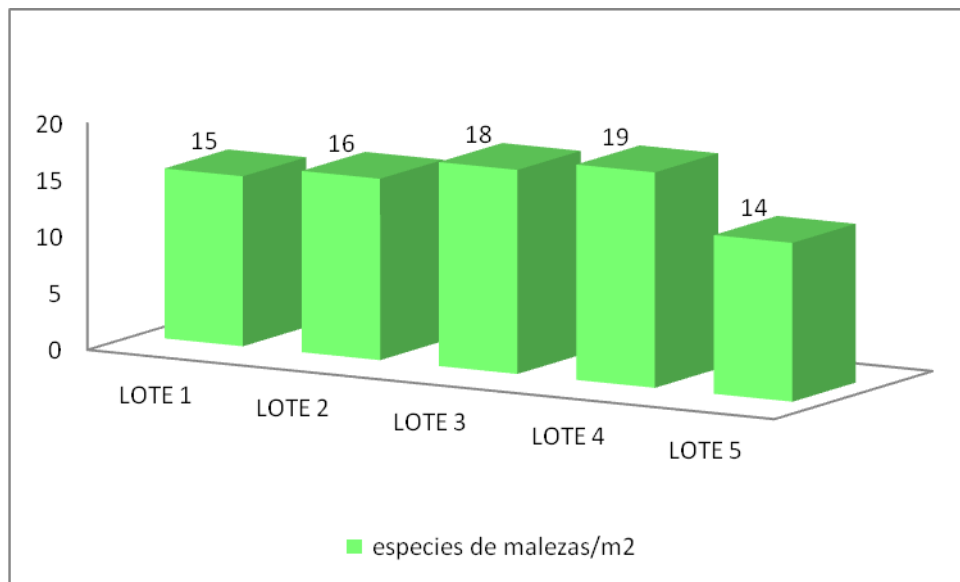
Alta incidencia de las especies de maleza en los lotes evaluados



**GRÁFICO 4.26: Porcentaje de incidencia de las especies de malezas, en las fases fenológicas.**



El número de menor de especies malezas/m<sup>2</sup> se presentó en el lote L5 ubicado a una altura de 2906,5-2909 msnm. Una mayor población de especies de malezas/m<sup>2</sup> se observó en el lote L4 lo que fue verificado en tres de las cuatro evaluaciones y corresponde al lote situado a una mayor altura sobre el nivel del mar y el estado de las malezas se encontraba en estado vegetativo y de floración (gráfico 4.27).



**GRÁFICO 4.27: Número de población promedio de especies/m<sup>2</sup> en cinco lotes.**

#### **4.2.5. Calidad del material que utilizan como semilla.**

El mejor material en un análisis relativo correspondió al INIAP 101 correspondiente al Lote 1, pues sus mazorcas presentaron las mejores características una mayor longitud de mazorca, mayor número de granos/fila, mayor peso de la mazorca y se encuentra entre los materiales de mayor número de filas/mazorca (cuadro 4.29).

**CUADRO 4.29: Estadísticas descriptivas de la calidad del material que van a utilizar como semilla**

LOTE	Variable	Nº	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
<b>Manteles (L1)</b>							
L1	Longitud mazorca	19	18,28	2,55	13,97	14,6	23,5
L1	Nº granos/fila	19	23,18	4,27	18,41	16,67	32,33
L1	Nº filas/mazorca	19	12	1,94	16,2	9	16
L1	Peso mazorca	19	174,52	63,82	36,57	49,9	285,77
<b>Guapón (L2)</b>							
L2	Longitud mazorca	20	16,49	3,9	23,65	6	22
L2	Nº granos/fila	20	20,27	6,3	31,08	8,67	28,67
L2	Nº filas/mazorca	20	10,1	2,25	22,23	7	14
L2	Peso mazorca	20	127,69	35,6	27,88	40,82	172,37
<b>Tablón (L3)</b>							
L3	Longitud mazorca	19	13,84	2,66	19,25	6	17,5
L3	Nº granos/fila	19	16,14	5,35	33,14	0,67	23
L3	Nº filas/mazorca	19	10,11	2,92	28,93	0	15
L3	Peso mazorca	19	90	36,92	41,02	0	145,15
<b>Mirador (L4)</b>							
L4	Longitud mazorca	20	16,28	3,06	18,79	9	21,5
L4	Nº granos/fila	20	17,98	6,53	36,31	0,33	26,33
L4	Nº filas/mazorca	20	12,25	3,82	31,21	0	16
L4	Peso mazorca	20	133,36	57,82	43,35	0	222,26
<b>Tiglia (L5)</b>							
L5	Longitud mazorca	20	15,9	2,68	16,86	11,7	20,6
L5	Nº granos/fila	20	18,52	4,87	26,31	8,67	27,67
L5	Nº filas/mazorca	20	10,75	2,27	21,1	5	15
L5	Peso mazorca	20	96,16	43,62	45,36	27,22	181,44

## V. CONCLUSIONES.

- La incidencia de hongos en las semillas de maíz sin desinfección fue alta llegando al 100% en las dos muestras que fueron tomadas en los lotes L1 (Lote 1- Manteles) y L2 (Lote 2- Guapón). En los restantes superaron el 95%. La desinfección disminuyó a un rango de 52 – 60, 33 % el porcentaje de incidencia de hongos en las semillas de maíz, provenientes de los cinco lotes.
- La desinfección de las semillas de maíz provocó una gran disminución de la incidencia del *Fusarium* en las semillas, en un rango de 46.33% en L1 (Lote 1- Manteles) hasta 69% en L2 (Lote 2- Guapón).
- La población de *Penicillium* en la semilla de maíz no superó el 5% de incidencia, en los L3 y L5, en el T1 presentó mayor incidencia de este hongo, respecto al T2, debido a la reducción del crecimiento del hongo de *Fusarium*.
- Las semillas desinfectadas, procedentes de los cinco lotes, manifestaron un mayor porcentaje de incidencia de *Aspergillus*, por lo tanto se considera que el producto Vitavax 200, probablemente no fue efectivo para el control de este hongo.
- La incidencia de *Nigrospora* fue muy baja no superó el 1.4%; sin embargo, la desinfección con Vitavax 200 fue efectiva puesto que eliminó su presencia de las

muestras de las semillas en los diferentes lotes. Comportamiento similar se observó con el hongo del género *Harzia*.

- Los hongos identificados en las hojas de maíz fueron: *Fusarium* spp, *Puccinia* sp, *Cercospora* sp, *Drechslera* sp, *Harzia* sp, en mayor frecuencia; además, se determinaron a los hongos de los géneros: *Epicoccum*, *Nigrospora*, *Alternaria* en menor frecuencia.
- *Fusarium* spp, fue el hongo más prevalente de las primeras evidencias de síntomas que se determinaron en los estados fenológicos V3 (visible el cuello de la tercera hoja) y V4 (visible el cuello de la cuarta hoja). Cabe señalar que en los lotes L1 (Lote 1- Manteles) y L2 ( Lote 2- Guapón) el 100% de las plantas marcadas se cumplió a los 107 días cuando éstas estaban en las fases V8 (visible 8 hojas) y V9 (visible 9 hojas). En L4 (Lote 4 – Mirador) el 100% de las plantas que presentaban incidencia de *Fusarium* fue a los 201 días R4 (Etapa masosa); mientras en el L3 (lote 3-Tablón) obtuvo un 90% de incidencia a los 84 días (V8), y finalmente la incidencia en el Lote 5 (L3- Tiglia) llegó a un 75% en las unidades evaluadas, lo que ocurrió a los 201 días (R4).
- La Roya (*Puccinia*) fue la enfermedad que ocupó el segundo puesto por su incidencia, el 100% se observó a los 115 días (V9- visible 9 hojas) y 118 (V13- visible 13 hojas) de los lotes L5 y L3, respectivamente. En el lote 1 (L1- Manteles) fue insignificante ya que se presentó tardíamente, en la fase fenológica R5 (Etapa dentada), no superó el 20%. En L2 (Lote 2- Guapón) y L4

(Lote 4- Mirador) los porcentajes de incidencia fueron intermedios en los estados fenológicos R5 (Etapa dentada) y R4 (Etapa lechosa), respectivamente.

- La Mancha tardía (*Cephalosporium* spp) fue la enfermedad que manifestó menor incidencia en cada uno de los lotes evaluados en campo, presentando una ausencia total en los lotes L1 (Lote 1- Manteles), L2 (Lote 2- Guapón) y L4 (Lote 4- Mirador), mientras que en los otros lotes se manifestó tardíamente y no logró superar el 20% de incidencia en la evaluación final.
- El Tizón foliar (*Drechslera*), y la Mancha Foliar ocasionada por *Cercospora* fueron los hongos que manifestaron una incidencia intermedia en el cultivo de maíz.
- Con respecto a la severidad ocasionada por *Fusarium*, *Puccinia* en los lotes L1 y L2 únicamente se hará referencia a la Fusariosis que fue la enfermedad que se presentó más rápidamente en los estados fenológicos V3 (visible el cuello de la tercera hoja) y V4 (visible el cuello de la cuarta hoja) alcanzando los mayores porcentajes que correspondieron al 50% en la última evaluación entre los estados fenológicos R3 ( Etapa lechosa) - R5 (Etapa dentada), en el resto de lotes la Fusariosis no logró superar el 33% de severidad.
- En el Lote 5 (L5- Tiglia), los mayores porcentajes de severidad se presentaron en las enfermedades conocidas como: Tizón foliar, Mancha Foliar, Roya; en L3 (Lote 3- Tablón) el Tizón, Roya, *Cercospora*, y en el L4 la Fusariosis; no obstante, no llegaron a sobrepasar el 36%, en la última evaluación cuando las

plantas se encontraban entre los estados fenológicos R4 (Etapa masosa) - R5 (Etapa dentada).

- La población de nematodos saprófitos fue mayor en cada uno de los lotes donde se sembró maíz, superando a *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Paratylenchus*.
- La menor población de nematodos fitoparásitos correspondió al género *Paratylenchus* que no se presentaron en dos lotes.
- La mayor población en número de malezas/m<sup>2</sup> se presentó en el L2 (Lote 2-Guapón), en la cuarta evaluación en una etapa R5 (Etapa dentada, cultivo próximo a la cosecha), en esta etapa las malezas no son competencia. Mientras en las primeras evaluaciones los lotes presentaban menor incidencia de malezas debidos a sus etapas fenológicas
- El mejor material en el análisis relativo correspondió al INIAP 101, cultivada en el L1 (Lote 1-Manteles), con semilla seleccionada en el sitio, pues sus mazorcas presentaron las mejores características una mayor longitud de mazorca, mayor número de granos/fila, y mayor peso de la mazorca y se encuentra entre los materiales de mayor número de filas/mazorca.
- En los cinco lotes seleccionados correspondientes a la jurisdicción del Cantón Patate no se observó la “Mancha de asfalto” conocida por *Phyllachora maydis*.

## VI. RECOMENDACIONES

Caracterizar las especies de *Fusarium* del grano de maíz, hojas, cañas y nudos, mediante técnicas convencionales y moleculares.

Evaluar la presencia de micotoxinas producidas por *Fusarium* y otros hongos que fueron frecuentemente aislados en los granos de maíz.

Establecer programas de sanidad vegetal, tendientes a evitar la difusión de los agentes patógenos y desarrollar cursillos periódicos con la finalidad de que los agricultores maiceros, seleccionen su propia semilla y disminuir los efectos de estos en la productividad.

Procurar que en el marco del convenio en vigencia, se solicite la inspección de técnicos especializados para la detección de la mancha asfáltica y otras enfermedades exóticas que se presenten.

Realizar un estudio nematológico en el sector maicero del Cantón Patate de forma más intensa identificando la relación entre la población de nematodos y la presencia de enfermedades.

Realizar un plan de rotación de cultivos para lograr un control de enfermedades y una mejor asimilación de los nutrientes por las plantas.

## VII. BIBLIOGRAFIA.

- ACEVEDO, E. 2005. Fisiología del rendimiento maíz. Universidad de Chile (en línea). Consultado 22 de Marzo del 2011. Disponible en: [http://www.sap.uchile.cl/descargas/.../Fisiologia\\_del\\_rendimiento\\_maiz.pdf](http://www.sap.uchile.cl/descargas/.../Fisiologia_del_rendimiento_maiz.pdf).
- AGRIOS, G. 2005. Fitopatología. Segunda Edición. Editorial Limusa. Eds. Grupo Noriega. México D. F. México. 838p.
- ANDRADE, F. y SADRAS, V. 2000. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Ed. Médica Panamericana S.A. Buenos Aires. 443 p.
- AMPONG-NYARKO K. 1984. *Biology and control of Rottboellia exaltata in maize crops in Ghana*. Tesis no publicada de Ph.D., Universidad de Reading, Inglaterra.
- ALEZONES, J. y GONZÁLEZ, A. 2009. Efecto de diferentes fungicidas sobre la incidencia de *Fusarium verticilloides* en semillas de un híbrido de maíz de grano blanco. *Fitopatol. Venez.* 22: 31-32
- ARRIETA, K.; SALAZAR, C.; CAMPO, R. y VILLAREAL, N. 2007. Enfermedades patogénicas en los híbridos de maíz (*Zea mays*) en el medio y bajo Sinú del departamento de Córdoba. (en línea). Consultado 14 de Enero del 2011. Disponible en: <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/rta/documentos/12-1/121-6.pdf>.



- BARNETT, H y HUNTER, B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition. APS press. The American Phytopathological Society. Published by Prentice- Hall. Minnesota.
  
- BANDÉ-CASTRO, M.; PRIETO, A.; PIÑERO, J. 2010. Evaluación del ataque del *Helminthosporium turcicum* en maíz forrajero. (en línea). Consultado el 13 de Enero del 2012. Disponible en:  
<http://www.ciam.es/descargas/publicaciones/11-13.pdf>.
  
- BELMONTE, M.; CARRASCO, N y BÁEZ, A. 2006. Cosecha Gruesa. Manual de Campo (en línea). INTA RIAP. Buenos Aires. Argentina. Consultado el 15 de Febrero del 2011. Disponible:  
<http://riap.inta.gov.ar/Eventos/ArchivoEventos/Material/Manual%20de%20Gruesa.pdf>.
  
- BELTRÁN, E. Y JARABA, J. 1995. Reconocimiento de enfermedades patogénicas en cultivo del maíz (*Zea mays*) en el Valle del Sinú y Sabanas de Córdoba. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería.
  
- BITTNER, R. 2010. *Cephalosporium gramineum*. (en línea). Consultado el 23 de Enero del 2012. Disponible en:  
[http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/Cephalosporium%20gramineum/Cephalosporium\\_gramineum.htm](http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/Cephalosporium%20gramineum/Cephalosporium_gramineum.htm)

- CAMPO, R. 1994. Efecto de las enfermedades foliares del Maíz en los Rendimientos, en Cereté, Córdoba, Colombia. IV Reunión Latinoamericana y XVIII Reunión de la zona Andina de investigadores de maíz, Cereté, Cartagena de Indias, p. 390-393.
- CARMONA M.; QUIROGA M.; DÍAZ C.; FERNÁNDEZ P. 2008. Gradiente de la roya común de maíz (*Puccinia sorghi*): Su utilidad para estimar daños y obtener el umbral de daño económico. Libro de resúmenes, Primer Congreso Argentino de Fitopatología, 162.p
- CASA, T.; E. M. REIS, E. e BLUM, M. 2004. Quantificação de danos causados por doenças de milho. Em: I Workshop de Epidemiologia de Doenças de Plantas. Resumo. Viçosa, MG, Brasil.
- CORDERO, F. Ley de la Educación Superior 2010 (en línea). Consultado 20 de Marzo del 2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/35381332/Texto-de-la-Ley-de-Educacion-Superior>
- CHARMLEY, L.; ROSENBERG, A.; TRENHOLM, H. 1994. Factors responsible for economic losses due to *Fusarium* mycotoxin contamination of grains, food, and feedstuffs. In Mycotoxins in grain: compounds other than aflatoxin, D. J. Miller y L. H. Trenholm (eds.). Eagan. Minnesota. P. 471-486
- CHAVES, R. 2010. Nematodos dañinos. INTA. SYNGENTA. (en línea). Consultado el 18 de Mayo del 2012. Disponible en:

<http://manipulacionplaguicidas.wordpress.com/2010/02/13/nematodos-dainos/>

- CHIMBO, C.; MALATY, F. 2001. Control del gusano *Heliothis zea* y *Euxesta eluta* con aceite vegetal basados en la investigación de campo.
- CHRISTIE, J. y PERRY, V. 1951. A root of plant caused by a nematode of genus *Trichodorus*. Science (New York) 113 (2939): 491-493
- DA VINCE, L. S/F. Maíz. (en línea). Consultado el 22 de Marzo del 2011.  
Disponible en:  
<http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/maize/index.htm>.
- DE LEÓN, C. 1974. Enfermedades del maíz. Guía para su identificación en el campo. Folleto Técnico de Información 11, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México, D.F. 77 p.
- ELLIS, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Key. Surrey. England. 608 págs.
- El Tribuno de Salta. 2005 .Mancha Ocular en el Maíz. Consultado el 13 de Mayo del 2012. (en línea). Disponible en:  
<http://www.agricola.biz/noticia/2427-Mancha-ocular-en-el-Maiz>

- FALCONÍ C. 1998. Fitopatología Práctica. Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Primera edición. Quito-Ecuador. pp. 119.
- FORMENTO, A. 2001. El tizón foliar del maíz en siembras de segunda. (en línea). Consultado el 20 de Febrero del 2011. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion\\_vegetal/maiz/enfermedades/res\\_tizon\\_foliar.htm](http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/maiz/enfermedades/res_tizon_foliar.htm).
- FORMENTO, A. 2006. Ensayo de eficiencia de fungicidas curasemillas en maíz. INTA-EEA Paraná (en línea). Consultado el 18 de Mayo del 2012. Disponible en: <http://www.prodinsa.com.ar/descargas/ensayos/Curasemillas%20Maiz%202005.pdf>
- FORMENTO, A.; VICENTIN G. 2005. Mancha ocular en maíz (*Aureobasidium zeae*. sin. *Kabatiella zeae*).
- FRENCH, E. y HEBERT, T. 1982. Métodos de investigación fitopatológica. IICA. San José. Costa Rica. Pp. 290
- GALEAS, D. 2011. Consulta personal.
- GARCÉS, N. 1987. Cultivos de la Sierra. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agronómicas. Quito. Pp. 5-9

- GARCÍA, G.; MARTÍNEZ, R. 2010. Especies de *Fusarium* en granos de maíz recién cosechados y desgranados en el campo en la región de Ciudad Serdán, Puebla., México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 15-20.
- GONZÁLEZ, M. 2007. Enfermedades del maíz. Facultad de Ciencias Agrarias UNR. (En línea). Consultado el 12 de Abril del 2012. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/enfermedades-maiz-t1226/417-p0.htm>
- HSBC. AGRIBUSINESS. 2011. Maíz. (en línea). Consultado el 23 de Marzo del 2011. Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/7031/MAIZ.pdf>.
- HARRISON, A. 1952. Plant disease notes from Texas. Plant Disease Reporter 36: 491.
- HERNÁNDEZ, S.; REYES, M.; GARCÍA, J.; MAYEK, N.; REYES, C. 2007. Incidencia de hongos potencialmente toxígenos en maíz (*Zea mays* L) almacenado y cultivado en el Norte de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Fitopatología 25: 127-133.
- INEC, 1995. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Sistema Estadístico Agropecuario Nacional. Encuesta de superficie y producción por muestreo de áreas. Quito. 125-127 p.
- INIAP, 2008. Guía técnica de cultivos. Manual No. 78. Quito. Ecuador.

- INIAP, 1998. Informe Anual Técnico. Departamento Nacional de Protección Vegetal, Estación Experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador 79 p.
- IXCÁN, IICA y ICTA. 2011. Reconocimiento en campo de la mancha de asfalto en el cultivo de maíz. Guatemala. (en línea). Consultado 01 de Abril del 2011. Disponible en:  
[http://www.infoagro.net/infotec/redsicta/PDF\\_Files/manchaNegra.pdf](http://www.infoagro.net/infotec/redsicta/PDF_Files/manchaNegra.pdf).
- KIRALY, Z.; KLIMENT, Z.; SOLYMOSY, F. AND VOROS, J. 1974a. Methodos in Plant Pathology. (ed Kiraly. Z). American Elsevier Publishing. Inc. New York. 272 p.
- LATTERELL, F.M. y A.E. ROSSI. 1983. Gray leaf spot of corn: a disease on the move. Plant Disease, 67: 842-847.
- MACÍAS, J. y PERAZA, S. 2008. Enfermedades del maíz en el norte de Sinaloa. Agronet. (en línea). Consultado 13 de Diciembre del 2011. Disponible en:  
[www.agronet.com.mx/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=3&Type=A;31.03-2008](http://www.agronet.com.mx/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=3&Type=A;31.03-2008).
- MALAGUTI, G. y SUBERO, M. 1971. El tizón de las hojas del maíz causado por *Helminthosporium maydis* en Venezuela. Agronomía Tropical (VENEZUELA). Vol. 21 (4): 299-312.

- MALAGUTI, G. 2007. Enfermedades del maíz en Venezuela. Facultad Agronómica. Maracay-Venezuela. Consultado el 01 de Enero del 2012. Disponible en:  
<http://www.imf.org.mx/venezuela/ENFERMEDADES%20DEL%20MAIZ%20EN%20VENEZUELA.pdf>.
- MARTIN, W. y BIRCH, W. 1955. Notes on plant parasitic nematodes in Louisiana. Plant Disease Reporter 39: 3-4.
- MENÉNDEZ, J. 2007. *Puccinia graminis* Pers. Asturnatura. com. (en línea). Consultado el 17 de Mayo del 2012. Disponible en <http://www.asturnatura.com/especie/puccinia-graminis.html>.
- MENDOZA, E.; LÓPEZ, B.; OYERVIDES, G.; MARTINEZ, Z.; DE LEÓN, C.; MORENO, M. 2003. Herencia genética y citoplásmica de la resistencia a la producción de la mazorca de maíz (*Zea mays* L.) causada por *Fusarium moniliforme* Sheld. Revista Mexicana de Fitopatología 21: 267-271.
- MAZZANI, C.; BORGES, O.; LUZÓN, O. BARRIENTOS V. Y QUIJADA, P. 2000. *Fusarium moniliforme*, fumonisinas y *Aspergillus flavus* en granos de híbridos de maíz en el Estado Guárico, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 17: 185-195
- MONAR, A. y AGUALONGO, M. 2003. Fertilización química en maíz Guagal mejorado INIAP 111 (*Zea mays* L) en dos tipos de labranza en las

localidades de Tagma y la Chima. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda. Ecuador.

- MORA, E.; VÁSQUEZ. J. 1986. Patogenicidad de *Fusarium* spp en maíz en Ecuador. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP, Casilla 17-01-340. Quito-Ecuador. Consulta: 14 de Abril del 2012. Disponible en: [http://www.preduza.org/ma3\\_8.htm](http://www.preduza.org/ma3_8.htm).
- MORANTE, M. 2011. Fusariosis del maíz. Boletín técnico. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias “Dr. Martín Cárdenas”, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. Vol. 5, No1. 4pp. (en línea). Consultado el 14 de mayo del 2012. Disponible en: [http://www.cebem.org/cmsfiles/publicaciones/boletin\\_tecnico%285-1%29.pdf](http://www.cebem.org/cmsfiles/publicaciones/boletin_tecnico%285-1%29.pdf)
- MUNICIPIO DEL CANTON PATATE. Plan estratégico del sector agrícola y pecuario Cantón “San Cristóbal de Patate”. 2006
- NOVOA, D. 2010. Investigación sobre *Fusarium*. (en línea). Consultado 14 de Enero del 2011. Disponible en: [http://semillasn2011.demos.mas54.com/articulos\\_show.aspx?idN=10](http://semillasn2011.demos.mas54.com/articulos_show.aspx?idN=10).
- NIETO, J.; BRANDO, M.; GONZALEZ, J. 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. *PANS*, 14: 159-166.



- OCÉANO. 1999. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Grupo Océano. España. 997 p.
- OLEAS, A. 2011. Consulta personal.
- PADILLA, F. 2011. Consulta personal.
- PACHÓN, E. y CASTAÑO, J. 1999. Identificación de hongos en semilla almacenada de maíz y fríjol. Universidad de Caldas-AA.275 Manizales Colombia. (en línea). Consultado 10 de Mayo del 2012. Disponible en: <http://ciagrope.tripod.com/fitote23.html>
- PALIWAL, R.; GRANADOS, G.; MARATHÉE, J.P. 2001. Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y producción. FAO. Roma (Italia). (en línea). Consultado 12 de Enero del 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s10.htm>.
- PARSONS, D. 1998. Manual para la Educación agropecuaria. Pp. 12
- PSHEIDT, W. 2003. Como diagnosticar y controlar las enfermedades de las plantas. (en línea). Consultado el 12 de Mayo del 2012. Disponible en: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/ec/ec1562-s-e.pdf>
- PEÑAHERRERA, D. 2011 Módulo IV: Manejo Integrado del Cultivo de Maíz Suave. Módulos de Capacitación para Capacitadores. Instituto Nacional

Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Quito - Ecuador. 52 pág.

- REYES, R. 1985. Fitogenotécnica Básica y Aplicada. México. Pp. 343
- RODRÍGUEZ, R.; DE LEÓN, C. 2008. El Cultivo de Maíz. Primera edición. Mundi. Prensa México. México D.F. Pp. 63.76.
- RODRÍGUEZ, L.; REYES, C.; ACOSTA, S.; GIRÓN, J.; GARZA, I. y VILLANUEVA, R. 1995. Control de aflatoxinas en maíz en Tamaulipas. Folleto Técnico 17. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Río Bravo. Tamaulipas. México. 20 p.
- SCHAMALE, D. y BERGSTROM, C. 2003. *Gibberella* ou fusariose da espiga do trigo. (en línea). Consultado 18 de Mayo del 2012. Disponible en:<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/FusariumPort.aspx>
- SEVILLA, R.; HOLLE, M. 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Lima. Perú 450p.
- SILVA, E.; DOBRONSKI, J.; VÁSQUEZ, G y VIMOS, C. Mejoramiento para resistencia a enfermedades en el maíz de altura, en el Ecuador. (en línea). Consultado el 21 de Marzo del 2011. Disponible en: [http://www.preduza.org/ma1\\_3.htm](http://www.preduza.org/ma1_3.htm).

- SILLON, M. 2010. Patógenos y Nematodos: mala junta para e maíz. (en línea). Consultado el 13 de Mayo del 2012. Disponible en:  
<http://www.cooperativalehmann.com.ar/Sitio/VerNoticia.aspx?i=52>.
- SHUTTLEFF, M. 1980. Compendium of Corn Diseases. Second edition. The American Phytopathological Society. United States of America. Pp 15,41-42,50-52
- SOLANO, M. y BONILLA, D. 2011. Evaluación de métodos de curación de sustratos para la previsión del mal de talluelo. Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) Volumen 9. No 22. (en línea). Consultado el 18 de Mayo del 2012. Disponible en:  
<http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/kuru/Documents/2012/Vol-9%2822%29-2012/Evaluaci%C3%B3n%20de%20m%C3%A9todos.pdf>
- STARR, J.; PAGE, S. 2002. Nematode parasites of cotton and other tropical fiber crops. En: LucM, Sikora RA, Bridge J (eds.) Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International, Oxon, UK.539-556.
- VACA, I. 2008. Incremento del número de brotes de babaco (*Vasconcellea x heilbornii* cv BABACO) *In Vitro* mediante la interacción de reguladores de crecimiento para la regeneración de plantas completas. Tesis. Ingeniero

Agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí- Ecuador.

- VALLEJO, C. 2007. El Ecuador busca aumentar producción de maíz. (en línea). Consultado el 22 de Marzo del 2011. Disponible: <http://www.eluniverso.com/2007/10/16/0001/9/DCFDB50E674F45F88D437E7B9A03F5D5.html>
- VARÓN, F. y SARRIA, G. 2007. Enfermedades de maíz y su manejo. (en línea). ICA. Bogotá DC. Consultado el 29 de Marzo del 2011. Disponible: <http://www.ica.gov.co/getattachment/f1c1f3f1-d775-4216-a5d0-d9d4a67b7943/Publicacion-8.aspx>
- VON ARX, J. 1974. The genera of fungi sporulating in pure culture. Gantner Verlag Kg., Fl – 9490 Vaduz. Printed in Germany.
- WARHAM, E.; BUTLER, L.; SUTTON, R. 1997. Ensayos para la semilla de maíz y trigo Manual de laboratorio. CIMMYT. México D.F. 84p.
- WIDSTROM, W.; MCWILLIAMS, W. y WILSON, D. 1984. Contamination of preharvest corn by Aflatoxin. In H.D. Loden & D. Wilkinson, eds. *Proc. 39th Ann. Corn and Sorghum Ind. Res. Conf.*, Chicago, Illinois, p. 68-83. Washington, DC, ASTA.
- [www.rincondelvago.com](http://www.rincondelvago.com). 2001. Cultivo de maíz. (en línea). Consultado 18 de Marzo 2011. Disponible en:

<http://html.rincondelvago.com/cultivo-de-maiz.htm>.

- [http://www.panorama agro.com/Banco/Cultivos/images/](http://www.panoramaagro.com/Banco/Cultivos/images/)
  
- YÁNEZ, C.; ZAMBRANO, J.; CAICEDO, M, SANCHEZ, V. y HEREDIA, J. 2003. Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos. Quito-Ecuador. INIAP. Pág.: 20, 130.
  
- ZENTENO-ZEVADA, M. 1963. Estudios sobre hongos parásitos de gramíneas de la República Mexicana. III. Pruebas de inoculación en plántulas de maíz con *Gibberella fujikuroi* (Saw.) Wr. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 34:69-83