



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

### PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**FECHA DE PRESENTACIÓN:** 2010-05-25

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL:** Santa Catalina

**PROGRAMA / DEPARTAMENTO:** Departamento de Protección Vegetal

**PROYECTO:** Bioiversity.  
"Conservación y uso de la diversidad genética cultivada para el control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible".

**RESULTADO:** Caracterización de la resistencia a mancha norteña en el germoplasma de maíz de Cotacachi y Saraguro

**ACTIVIDAD:** Evaluación de la resistencia de poblaciones locales de maíz (*Zea mays* L.) de Cotacachi y Saraguro a mancha norteña de la hoja (*Exserohilum turcicum*).

**UBICACIÓN:** **Provincia:** Pichincha  
**Cantón:** Mejía  
**Parroquia:** Cutuglahua

**AUTOR (ES):** Egda. Mayra Belen Cathme Romero

**COAUTORES:** Ing. José Ochoa

**COLABORADORES:** UNORCAC "Unión de organizaciones campesinas e indígenas de Cotacachi"  
AICIT "Asociación Interparroquial de Comunidades Indígenas de Tenta  
Estación Experimental del Austro

**FECHA DE INICIO:** 2010-05-03

**FECHA DE TERMINACIÓN:** 2011-01-30

**PRESUPUESTO:** \$ 3390.78

**FUENTES DE FINANCIAMIENTO:** Bioiversity 2712.63 (80%)  
INIAP 678.15 (20%)

## 1 ANTECEDENTES

El proyecto Bioersity "Conservación y uso de la diversidad genética cultivada para el control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible", implementado en Cotacachi (Imbabura) y Saraguro (Loja) tiene como propósito la conservación *in situ* de la diversidad genética cultivada, para a través de su uso permitir el manejo sustentable de plagas, en los agroecosistemas tradicionales de maíz (JARVIS *et al*, 2006).

El maíz de altura es uno de los cultivos que se ajusta con los objetivos de este proyecto, por su importancia para la seguridad alimentaria del País. En la zona alta o sierra 2000 - 3000 m de altitud ocupa un área de 229 636 ha (INIAP 2008), en parcelas promedio de 0.7 ha con 328 051 familias que dependen de este cultivo para su alimentación. Además, el consumo de maíz especialmente en la Sierra es alto, siendo un producto alimenticio estratégico, por lo tanto las iniciativas para reducir la vulnerabilidad a factores bióticos y abióticos contribuirá a la seguridad alimentaria en el País. (BRAVO, 2005)

Actualmente en el país, se han identificado veinte y nueve razas de maíz, de las cuales diecisiete se cultivan en la Sierra, considerando la superficie pequeña del país es una región con gran riqueza genética por unidad de superficie (YANEZ *et al*, 2003).

En varias zonas del mundo la pérdida de producción del maíz por factores bióticos pueden llegar hasta el 50%, especialmente en zonas donde las condiciones climáticas favorecen al desarrollo de la enfermedad. Quizá las mayores pérdidas causadas por las enfermedades son las que aparecen anualmente con poca o ninguna variación y cuyos efectos en la cosecha no son reconocidos (DONAL, 2004).

La mancha norteña causada por el hongo *Exserohilum turcicum* es una enfermedad potencialmente importante del maíz especialmente en zonas húmedas y templadas del país. No se tienen reportes de pérdidas en el país, sin embargo en Argentina, Brasil y Venezuela se reportan pérdidas entre el 30% y 50% (FORMENTO, 2009).

En algunas zonas como Cotacachi las enfermedades foliares y entre estas la mancha norteña no son importantes, debido a que las condiciones ambientales no son favorables para la enfermedad; mientras que en Saraguro las condiciones son favorables para la enfermedad, algunas variedades se enferman menos debido lo más probable a resistencia genética, ya que n variedades susceptibles como INIAP-101 la enfermedad alcanza el 100% de severidad (MICHILENA, 2009 y LLAMATUMBI, 2010).

En el maíz se conocen dos tipos de resistencia a *E. turcicum*: 1) la resistencia monogénica o cualitativa, controlada por cuatro genes individuales dominantes designados como *Ht1*, *Ht2*, *Ht3*, *HtN*; los cuales se manifiestan por lesiones cloróticas rodeadas por márgenes amarillos, y 2) la resistencia poligénica o cuantitativa, que no es específica a razas, expresada como una reducción en el número, tamaño de lesión y prolongado período de latencia (CARSOM, 2006 y RIPOSUDAN *et al*, 2001).

Utilizando la resistencia monogénica se han descrito al menos siete razas fisiológicas *E. turcicum*, identificadas en base a las virulencias para los genes *Ht*, para las que se han desarrollado híbridos resistentes en varios países en los cuales se ha estudiado a profundidad esta enfermedad (DONAL, 2004).

Con estos antecedentes la presente investigación caracterizará la resistencia de los cultivares de maíz de Cotacachi y Saraguro a las poblaciones locales de *E. turcicum*, lo que además de identificar las fuentes de resistencia disponibles permitirá conocer los principios coevolutivos planta/patógeno en estas regiones.

## 2 JUSTIFICACIÓN

La vulnerabilidad de la agricultura es un fenómeno de constante preocupación. La biodiversidad agrícola se considera un factor importante de amortiguamiento para reducir la vulnerabilidad, por lo que es una razón importante para la conservación de la biodiversidad agrícola. Sin embargo, es necesario conocer como la diversidad puede mantener y/o como ha mantenido la estabilidad de los sistemas tradicionales de cultivo. Esta información permitirá diseñar de mejor manera estrategias de manejo y conservación de la diversidad, lo que contribuirá a asegurar la estabilidad del cultivo.

Los estreses bióticos y en este caso la mancha norteña puede ser importante para establecer el uso de la biodiversidad para manejo de la enfermedad, ya que es un patógeno con altos niveles de patogenicidad y puede causar pérdidas de rendimiento importantes, sin embargo, muchas poblaciones de maíz no se ven afectadas significativamente aun en condiciones climáticas ideales para el patógeno, lo que se ajustaría al concepto de "Resistencia Duradera", que es la situación idealista del mejoramiento convencional.

La caracterización de la resistencia a esta enfermedad en particular permitirá conocer la vulnerabilidad de los cultivares locales para eventuales cambios de las poblaciones de los patógenos o/y a cambios climáticos, permitiendo diseñar de mejor manera estrategias de manejo y conservación de la diversidad, lo que contribuirá a asegurar la estabilidad del cultivo. Adicionalmente considerando que la resistencia es el medio más eficaz para controlar las enfermedades del maíz, la información que se obtenga en este estudio servirá eventualmente para el diseño de programas de mejoramiento más sostenibles.

En el presente estudio se establecerán las razones biológicas de la estabilidad de la resistencia a este patógeno, para luego complementar con estudios de manejo de la diversidad por los agricultores, que explicará complementariamente las razones de la estabilidad de los agroecosistemas tradicionales de maíz en Cotacachi y Saraguro.

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 General

Estudiar la resistencia de poblaciones locales de maíz de Cotacachi y Saraguro a poblaciones locales de *E. turcicum* de estas dos regiones.

### 3.2 Específicos

- Identificar la variabilidad genética de *E. turcicum* de Cotacachi y Saraguro.
- Identificar fuentes de resistencia a *E. turcicum* en poblaciones locales de maíz de Cotacachi y Saraguro

## 4 HIPÓTESIS

**Ho 1=** No existe variabilidad genética en los aislados de *E. turcicum* de Cotacachi y Saraguro

**Ho 2=** Las poblaciones locales de maíz de Cotacachi y Saraguro no presentan resistencia a *E. turcicum*.

## 5 MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Materiales

#### Materiales y reactivos en laboratorio

- Cámara de flujo laminar
- Piseta de polietileno
- Erlenmeyers
- Cajas Petri de vidrio
- Incubadora
- Microscopio
- Micropipeta
- Pinzas anatómicas
- Hematómetro
- Aislamientos de *E. turcicum*
- Alcohol potable y antiséptico
- Hipoclorito de sodio al 1%
- Medio de cultivo lactosa caseína hidrolizada agar (LCH)

#### Materiales de invernadero

- Humificador
- Bomba de vacío
- Bandejas plásticas
- Sustrato PILVICSA: 5% Cascarilla de arroz, 5% Pomina, 60% Tierra negra, 20% Humus, 10% Turba.

#### Materiales de oficina

- Computador
- Cámara fotográfica
- Libro de campo

### 5.2 Metodología

#### 5.2.1 Características del sitio experimental.

##### Ubicación política y geográfica

Pronvincia: Pichincha  
Cantón: Mejía  
Parroquia: Cutuglahua  
Longitud: 78°33'00" O  
Latitud: 00°22'00" S

##### Condiciones climáticas

Precipitación anual:	1500 mm
Temperatura promedio anual:	11.37°C
Humedad relativa:	83.62%
Altitud:	3058 m

Fuente: Estación meteorológica INIAP, Santa Catalina

### 5.3 ESTUDIOS DE LA RESISTENCIA A *Exserohilum turcicum*

La investigación se dividirá en dos fases

#### 5.3.1 FASE I. IDENTIFICACIÓN DE RAZAS

##### 5.3.1.1 Factores en estudio

##### 5.3.1.1.1 Aislamientos (A)

Diez aislamientos de Cotacachi y diez aislamientos de Saraguro.

**Cuadro 1.-** Aislamientos de *E. turcicum* de Cotacachi y Saraguro

Nº	AISLAMIENTO
a1	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a2	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a3	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a4	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a5	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a6	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a7	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a8	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a9	Muestra <i>E. turcicum</i> de Cotacachi
a10	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a11	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a12	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a13	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a14	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a15	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a16	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a17	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a18	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a19	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro
a20	Muestra <i>E. turcicum</i> de Saraguro

##### 5.3.1.1.2 Diferenciales para *Exserohilum turcicum* (D)

**Cuadro 2.-** Variedades diferenciales de maíz para *Exserohilum turcicum*

Nº	COD.	GEN	FUENTE	ORIGEN
d1	B 68	Htn	EEUU	En líneas de Africa del Sur; y las variedades derivadas de Méx. 44 de la raza Pepitilla de México.
d2	Pa 91	Ht1	EEUU	En líneas desarrolladas en EEUU, Yugoslavia y en la var. Ladyfinger de EEUU.
d3	Pa 91	Ht2	EEUU	En líneas NN14B de Australia y varias otras generadas en EEUU.
d4	Pa 91	Ht3	EEUU	En algunas líneas de EEUU.
d5	Pa 91	Testigo	EEUU	
d6	B 68	Testigo	EEUU	

### 5.3.1.2 Tratamientos

**Cuadro 3.-** Tratamientos para el estudio de determinación de razas de *E. turcicum*

Nº	Interacción	Significado
t1	a1d1	Aislamiento 1 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t2	a1d2	Aislamiento 1 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t3	a1d3	Aislamiento 1 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t4	a1d4	Aislamiento 1 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t5	a1d5	Aislamiento 1 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t6	a1d6	Aislamiento 1 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t7	a2d1	Aislamiento 2 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t8	a2d2	Aislamiento 2 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t9	a2d3	Aislamiento 2 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t10	a2d4	Aislamiento 2 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t11	a2d5	Aislamiento 2 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t12	a2d6	Aislamiento 2 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t13	a3d1	Aislamiento 3 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t14	a3d2	Aislamiento 3 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t15	a3d3	Aislamiento 3 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t16	a3d4	Aislamiento 3 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t17	a3d5	Aislamiento 3 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t18	a3d6	Aislamiento 3 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t19	a4d1	Aislamiento 4 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t20	a4d2	Aislamiento 4 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t21	a4d3	Aislamiento 4 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t22	a4d4	Aislamiento 4 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t23	a4d5	Aislamiento 4 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t24	a4d6	Aislamiento 4 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t25	a5d1	Aislamiento 5 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t26	a5d2	Aislamiento 5 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t27	a5d3	Aislamiento 5 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t28	a5d4	Aislamiento 5 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t29	a5d5	Aislamiento 5 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t30	a5d6	Aislamiento 5 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t31	a6d1	Aislamiento 6 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t32	a6d2	Aislamiento 6 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t33	a6d3	Aislamiento 6 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t34	a6d4	Aislamiento 6 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t35	a6d5	Aislamiento 6 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t36	a6d6	Aislamiento 6 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t37	a7d1	Aislamiento 7 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t38	a7d2	Aislamiento 7 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t39	a7d3	Aislamiento 7 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t40	a7d4	Aislamiento Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t41	a7d5	Aislamiento 7 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo

Continuación...

t42	a7d6	Aislamiento 7 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t43	a8d1	Aislamiento 8 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t44	a8d2	Aislamiento 8 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t45	a8d3	Aislamiento 8 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t46	a8d4	Aislamiento 8 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t47	a8d5	Aislamiento 8 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t48	a8d6	Aislamiento 8 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t49	a9d1	Aislamiento 9 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t50	a9d2	Aislamiento 9 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t51	a9d3	Aislamiento 9 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t52	a9d4	Aislamiento 9 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t53	a9d5	Aislamiento 9 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t54	a9d6	Aislamiento 9 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t55	a10d1	Aislamiento 10 Cotacachi + Diferencial B 68 Htn
t56	a10d2	Aislamiento 10 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht1
t57	a10d3	Aislamiento 10 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht2
t58	a10d4	Aislamiento 10 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Ht3
t59	a10d5	Aislamiento 10 Cotacachi + Diferencial Pa 91 Testigo
t60	a10d6	Aislamiento 10 Cotacachi + Diferencial B 68 Testigo
t61	a11d1	Aislamiento 1 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t62	a11d2	Aislamiento 1 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t63	a11d3	Aislamiento 1 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t64	a11d4	Aislamiento 1 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t65	a11d5	Aislamiento 1 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t66	a11d6	Aislamiento 1 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t67	a12d1	Aislamiento 2 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t68	a12d2	Aislamiento 2 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t69	a12d3	Aislamiento 2 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t70	a12d4	Aislamiento 2 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t71	a12d5	Aislamiento 2 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t72	a12d6	Aislamiento 2 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t73	a13d1	Aislamiento 3 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t74	a13d2	Aislamiento 3 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t75	a13d3	Aislamiento 3 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t76	a13d4	Aislamiento 3 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t77	a13d5	Aislamiento 3 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t78	a13d6	Aislamiento 3 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t79	a14d1	Aislamiento 4 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t80	a14d2	Aislamiento 4 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t81	a14d3	Aislamiento 4 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t82	a14d4	Aislamiento 4 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t83	a14d5	Aislamiento 4 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t84	a14d6	Aislamiento 4 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo

Continuación...

t85	a15d1	Aislamiento 5 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t86	a15d2	Aislamiento 5 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t87	a15d3	Aislamiento 5 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t88	a15d4	Aislamiento 5 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t89	a15d5	Aislamiento 5 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t90	a15d6	Aislamiento 5 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t91	a16d1	Aislamiento 6 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t92	a16d2	Aislamiento 6 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t93	a16d3	Aislamiento 6 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t94	a16d4	Aislamiento 6 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t95	a16d5	Aislamiento 6 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t96	a16d6	Aislamiento 6 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t97	a17d1	Aislamiento 7 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t98	a17d2	Aislamiento 7 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t99	a17d3	Aislamiento 7 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t100	a17d4	Aislamiento Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t101	a17d5	Aislamiento 7 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t102	a17d6	Aislamiento 7 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t103	a18d1	Aislamiento 8 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t104	a18d2	Aislamiento 8 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t105	a18d3	Aislamiento 8 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t106	a18d4	Aislamiento 8 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t107	a18d5	Aislamiento 8 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t108	a18d6	Aislamiento 8 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t109	a19d1	Aislamiento 9 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t110	a19d2	Aislamiento 9 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t111	a19d3	Aislamiento 9 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t112	a19d4	Aislamiento 9 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t113	a19d5	Aislamiento 9 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t114	a19d6	Aislamiento 9 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo
t115	a20d1	Aislamiento 10 Saraguro + Diferencial B 68 Htn
t116	a20d2	Aislamiento 10 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht1
t117	a20d3	Aislamiento 10 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht2
t118	a20d4	Aislamiento 10 Saraguro + Diferencial Pa 91 Ht3
t119	a20d5	Aislamiento 10 Saraguro + Diferencial Pa 91 Testigo
t120	a20d6	Aislamiento 10 Saraguro + Diferencial B 68 Testigo

### 5.3.1.3 Unidad Experimental

Una plántula de maíz en el estado fenológico V3 (tres hojas).

### 5.3.1.4 Observaciones

Se realizarán cinco observaciones por cada tratamiento



### 5.3.1.5 Variables y métodos de evaluación.

#### Tipo de reacción (T)

Se evaluará visualmente en toda la plántula, usando la escala modificada de Bigirwa *et al.* (1993), citado por Muiru (2007).

**Cuadro 4.** Escala modificada de Bigirwa para la evaluación de la resistencia de *E. turcicum* en invernadero

Escala	Descripción
0	Sin síntomas.
1	Pocas lesiones cloróticas (1-2).
2	Algunas lesiones cloróticas (3-5).
3	Un buen número de lesiones con clorosis y necrosis considerable (6-9).
4	Infección severa con marchitamiento de algunas hojas (>10).
5	Se unen las lesiones produciendo un marchitamiento general de la planta.
6	Planta completamente muerta.

Fuente: Muiru, 2007.

El tipo de reacción se clasificará como incompatible (resistencia) en caso que la planta presente los síntomas de los niveles 1, 2, 3, y la reacción será clasificada de compatibilidad (susceptibilidad) cuando la planta presente los síntomas de los niveles entre 4-6. Cuando la planta de cada diferencial presente reacción de compatibilidad, la raza se considerará virulenta para el gen de esa diferencial.

#### Período de incubación (PI)

Se contabilizará el número de días que transcurran desde la inoculación hasta el apareamiento de síntomas (clorosis o necrosis en el punto de inoculación), esta variable permitirá evaluar la agresividad del patógeno.

#### Manejo específico del experimento.

Se recolectarán y aislarán diez lesiones individuales de la mancha norteña de diferentes sitios de Cotacachi y diez lesiones individuales de diferentes sitios de Saraguro

De las lesiones se aislará el hongo, para lo que se recortará secciones de tejido de aproximadamente un milímetro cuadrado, que corresponda a la zona de transición entre el tejido sano y enfermo; este tejido se desinfectará superficialmente en una disolución de hipoclorito de sodio al 1 % durante dos minutos, para posteriormente realizar tres enjuagues con agua destilada, el tejido se transferirá a cajas Petri con medio de cultivos Lactosa Caseína Hidrolizada (LCH), medio específico para la esporulación del hongo. A los aislados se les mantendrá en una cámara de crecimiento a 20°C durante cinco días, para luego realizar un cultivo monospórico, mediante la siembra en LCH de disoluciones de las primeras cajas y se codificará para su posterior uso. El micelio del hongo se transferirá a papel filtro ubicando pedazos de aproximadamente dos centímetros cuadrados, dentro de cajas petri con LCH para que el micelio del hongo crezca sobre el papel filtro, luego se secarán y colocarán en sobres de papel cera y almacenados a una temperatura de -5 °C.

En bandejas de plástico con dimensiones de 34 x 49 x 7 se sembrarán las diferenciales con una densidad de siembra de 20 plántulas de maíz por bandeja.

El inóculo de *E. turcicum* estará formado por una suspensión de esporas, que se obtendrán del raspado superficial del cultivo del patógeno después de quince días de crecimiento en LCH, luego se contarán las esporas en la cámara de Neubauer para ajustar su concentración a  $7.4 \times 10^4$  conidias por mililitro. (MUIRU. 2007)

Las diferenciales se inocularán cuando tengan 5 hojas utilizando un microaspersor de Billbis aplicando el inóculo a cada hoja de la planta con aproximadamente 2 ml de suspensión por planta, para incubarlas durante ocho horas en una cámara de incubación a una temperatura de 19 °C y a una humedad relativa de 80-85% durante 8 horas.

### 5.3.2 FASE II. RESISTENCIA EN PLÁNTULA.

#### 5.3.2.1 Factores en estudio

##### 5.3.2.1.1. Razas del hongo

r1 = Raza más virulenta (vários genes de virulencia)

r2 = Raza menos virulenta (avirulenta o pocos genes de virulencia)

##### 5.3.2.1.2. Poblaciones tradicionales de maíz

**Cuadro 5.** Poblaciones tradicionales de maíz (*Zea mays* L.) para la evaluación de la resistencia a *E. turcicum*

Nº	NOMBRE	CODIGO *	ORIGEN
p1	Puka sara	V12	Cotacachi
p2	Tzapa sara	V1	Cotacachi
p3	Yura sara	V2	Cotacachi
p4	Killu sara	V3	Cotacachi
p5	Chulpi	V4	Cotacachi
p6	Morochos blanco	V5	Cotacachi
p7	Yana sara	V9	Cotacachi
p8	Sangre de cristo	V10	Cotacachi
p9	Diente de caballo	V33	Saraguro
p10	Rocano	V37	Saraguro
p11	Maíz blanco	V38	Saraguro
p12	Morocho del cerro	V39	Saraguro
p13	Chauqueno	V41	Saraguro
p14	Floreado	V43	Saraguro
p15	Zhima del cerro	V42	Saraguro
p16	Blanco zhima	V44	Saraguro
p17	Amarillo criollo	V48	Saraguro
p18	Amarillo zapon	V49	Saraguro
p19	Blanco pintado	V50	Saraguro
p20	Sangre	V51	Saraguro
p21	Joyapu	V52	Saraguro
p22	Ñeves	V54	Saraguro
p23	Zhima pintado	V57	Saraguro
p24	Morocho amarillo	V6	Saraguro
p25	INIAP 101	V63	INIAP
p26	INIAP 103 Achasara	V79	INIAP

\* El código es el número de inventario de variedades de maíz manejado por el departamento de protección vegetal, recolectadas en Cotacachi y Saraguro.

### 5.3.3 Tratamientos

**Cuadro 6.-** Tratamientos para el estudio de resistencia a *Exserohilum turcicum* en poblaciones tradicionales de maíz de Cotacachi y Saraguro.

Nº	Interacción	Significado
t1	r1p1	Raza más virulenta + Puka sara
t2	r1p2	Raza más virulenta + Tzapa sara
t3	r1p3	Raza más virulenta + Yura sara
t4	r1p4	Raza más virulenta + Killu sara
t5	r1p5	Raza más virulenta + Chulpi
t6	r1p6	Raza más virulenta + Morochos blanco
t7	r1p7	Raza más virulenta + Yana sara
t8	r1p8	Raza más virulenta + Sangre de cristo
t9	r1p9	Raza más virulenta + Diente de caballo
t10	r1p10	Raza más virulenta + Rocano
t11	r1p11	Raza más virulenta + Maíz blanco
t12	r1p12	Raza más virulenta + Morocho del cerro
t13	r1p13	Raza más virulenta + Chauqueno
t14	r1p14	Raza más virulenta + Floreado
t15	r1p15	Raza más virulenta + Zhima del cerro
t16	r1p16	Raza más virulenta + Blanco zhima
t17	r1p17	Raza más virulenta + Amarillo criollo
t18	r1p18	Raza más virulenta + Amarillo zapon
t19	r1p19	Raza más virulenta + Blanco pintado
t20	r1p20	Raza más virulenta + Sangre
t21	r1p21	Raza más virulenta + Joyapu
t22	r1p22	Raza más virulenta + Ñeves
t23	r1p23	Raza más virulenta + Zhima pintado
t24	r1p24	Raza más virulenta + Morocho amarillo
t25	r1p25	Raza más virulenta + INIAP 101
t26	r1p26	Raza más virulenta + INIAP 103 Achasara
t27	r2p1	Raza menos virulenta + Puka sara
t28	r2p2	Raza menos virulenta + Tzapa sara
t29	r2p3	Raza menos virulenta + Yura sara
t30	r2p4	Raza menos virulenta + Killu sara
t31	r2p5	Raza menos virulenta + Chulpi
t32	r2p6	Raza menos virulenta + Morochos blanco
t33	r2p7	Raza menos virulenta + Yana sara
t34	r2p8	Raza menos virulenta + Sangre de cristo
t35	r2p9	Raza menos virulenta + Diente de caballo
t36	r2p10	Raza menos virulenta + Rocano
t37	r2p11	Raza menos virulenta + Maíz blanco
t38	r2p12	Raza menos virulenta + Morocho del cerro

Continuación...

t39	r2p13	Raza menos virulenta + Chauqueno
t40	r2p14	Raza menos virulenta + Floreado
t41	r2p15	Raza menos virulenta + Zhima del cerro
t42	r2p16	Raza menos virulenta + Blanco zhima
t43	r2p17	Raza menos virulenta + Amarillo criollo
t44	r2p18	Raza menos virulenta + Amarillo zapon
t45	r2p19	Raza menos virulenta + Blanco pintado
t46	r2p20	Raza menos virulenta + Sangre
t47	r2p21	Raza menos virulenta + Joyapu
t48	r2p22	Raza menos virulenta + Ñeves
t49	r2p23	Raza menos virulenta + Zhima pintado
t50	r2p24	Raza menos virulenta + Morocho amarillo
t51	r2p25	Raza menos virulenta + INIAP 101
t52	r2p26	Raza menos virulenta + INIAP 103 Achasara

#### **5.3.4 Unidad Experimental**

Una plántula de maíz en el estado fenológico V3 (tres hojas).

#### **5.3.5 Observaciones**

Se evaluarán 30 plántulas de cada población.

##### **5.3.5.1 Variables y métodos de evaluación**

###### **Tipo de reacción (T)**

Se evaluará visualmente en toda la plántula, usando la escala modificada de Bigirwa *et al.* (1993). (Cuadro 4)

###### **Período de incubación (PI)**

Se contabilizará el número de días que transcurran desde la inoculación hasta el apareamiento de síntomas (clorosis o necrosis en el punto de inoculación), lo que permitirá evaluar la agresividad del patógeno.

###### **Tamaño de lesión (L)**

Se tomarán al azar cinco plantas y se medirá el largo de cada lesión y se expresará como tamaño de lesión.

##### **5.3.5.2 Manejo específico del experimento**

Similar al experimento de identificación de razas del patógeno

## 6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

Cuadro 7. Cronograma de actividades

Actividades	Tiempo en meses							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboración de la propuesta de tesis	■	■						
Aprobación de la propuesta de tesis			■					
Recolección de los diferentes aislamientos	■	■						
Manejo del patógeno laboratorio	■	■	■		■	■	■	■
Evaluación de aislamientos mediante diferenciales de maíz para <i>E. Turcicum</i>		■	■	■				
Evaluación del germoplasma en invernadero		■	■	■	■	■	■	■
Elaboración del informe final (Tesis de grado)						■	■	■
Presentación de la tesis de grado realizada.								■

## 7 Presupuesto

**Cuadro 8.** Presupuesto para evaluar la resistencia de poblaciones locales de maíz (*Zea mays L.*) de Cotacachi y Saraguro a mancha norteña de la hoja (*Exserohilum turcicum*).

Rubro	Unidad	Cantidad	\$ Unitario	\$Total
<b>I. Gastos Directos</b>				
<b>1. Mano de obra</b>				
Becario	Mensual	8	200	1600
<b>2. Insumos y materiales invernadero</b>				
Fertilizante	Kilogramo.	20	0,90	18
Bandejas plásticas	Unidad	30	4,60	138
<b>3. Materiales y herramientas laboratorio</b>				
Alcohol industrial	Galón	3	10	30
Alcohol antiséptico	Galón	3	10	30
Cajas petri de vidrio	Unidad	200	0,21	42
Hipoclorito de sodio	Galón	1	3,50	3,50
Medio de cultivo (LCH)	Litro	20	3,45	69,9
Micropipeta	Unidad	1	196	196
Tubo fusible	Unidad	1	3	3
Piseta de polietileno	Frasco	2	3,3	6,6
Papel aluminio	Rollo	5	3,90	19,50
Papel toalla	Rollo	20	1,17	23,40
Papel parafilm	Rollo	1	43	43
Cinta maskin	Rollo	5	1,50	7,50
Marcador	Unidad	4	0,40	3,92
Sustrato	Quintales	20	4,50	90
<b>4. Suministros de oficina</b>				
Impresiones	Hojas	100	0,05	5
Empastado	Textos	4	20	80
Otros materiales	Varios	1	10	10
<b>II. Otros</b>				
Movilización	Kilómetros	2000	0,25	500
Gastos trámite	Unidad	1	300	300
Teléfono, fax	Minutos	50	0,20	10
<b>SUBTOTAL</b>				3229,32
Imprevistos 5%				161,47
<b>COSTO TOTAL</b>				3390,78

## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. BRAVO, A. 2005. Experiencias locales del cultivo tradicional del maíz. El maíz en el Ecuador. Grupo semillas no. 22/23. Consultado en enero 06 del 2010. Página única disponible en: <http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=a1a1--&x=20154615>
2. CAMPAÑA, A.; PATAKY J. 2005. Frequency of the Ht1 Gene in populations of sweet corn selected for resistance to *Exserohilum turcicum* Race 1. *Phytopathology* 95:85-91
3. CARSON, M. 2006. Response of a Maize Synthetic to Selection for Components of Partial Resistance to *Exserohilum turcicum* Plant Disease Jul 2006, Volumen 90, Número 7: 910-914
4. CRUZ, J. 2004. Evaluación del comportamiento agronómico de 36 líneas S2 de la población de maíz (*Zea mays L.*) amarillo semi-duro tardío Uyumbicho-Pichincha. 49 p.
5. DONAL, G. 2004. Plagas y enfermedades del maíz. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi-Prensa Madrid-Barcelona-México. 1,2,16,17 p.
6. DONOSO C. 2008. Comportamiento de tres híbridos de maíz bajo diferentes poblaciones y distancias siembra Mocache- Los Ríos. 65 p.
7. FORMENTO N. 2009. Artículo técnico especial de maíz. Tener en cuenta al tizón foliar (en línea) Santa Fe, Argentina. Consultado el 09 de enero 2010 disponible en: [www.fyo.com/granos/produccion/especiales/maiz/](http://www.fyo.com/granos/produccion/especiales/maiz/)
8. INIAP. 2008. Estación Santa Catalina. Programa de maíz. Informe anual 2008 2,5 p.
9. JARVIS, D.; CAMPILAN, D. 2006. La diversidad genética de cultivos para reducir la amenaza de plagas en finca. Protocolos de diagnóstico participativo versión I. Boletín técnico de Bioversity No. 12. 1,3 p
10. LEATH, S.; PEDERSEN, W. 1986. Differences in resistance between maize hybrids with or without the Ht3 gene who infected with *Exserohilum turcicum* race 2. *Phytopathology* 76:257-260.
11. LLAMATUMBI, M. 2010. Estudio de la resistencia y tolerancia de la variabilidad genética de maíz (*Zea mays L.*) de Saraguro a la mancha norteña causada por *Exserohilum turcium*. Base de datos. Tesis Ing. Agr. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Por publicar
12. MICHILENA, C. 2009. Evaluación de la resistencia y de la variabilidad agronómica de maíz (*Zea mays L.*) obtenidas de Cotacachi y Saraguro. Cotacachi, Imbabura. Base de datos. Tesis Ing. Agr., Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Por publicar
13. MUIRU, W. 2007. Reaction of some kenyan maize genotypes to *Exserohilum turcicum* leaf blight under greenhouse and field conditions *Asian Journal of Plant science and crop protection*. University of Nairibi, Kenya Plant disease. ISSN 1682-3974

14. NOROÑA, J. 2008. Caracterización y evaluación agronómica de accesiones de maíz colectada en la serranía. Tesis Ing. Agr. Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. 78 p.
15. PATAKY, J. 1998 Disease severity and yield of sweet corn hybrids with resistance to northern leaf blight. *Plant disease*. 84:57-63
16. RIPUSUDAN L.; GRANADOS G. 2001. EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS: Mejoramiento y producción. Mejoramiento para resistencia a las enfermedades. Roma Italia consultado 08 de enero del 2010 Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s17.htm#TopOfPage>
17. TESHOME, A., A. Brown, and T. Hodgkin. 2001. "Diversity in Landraces of Cereal and Legume Crops." *Plant Breeding Reviews*. EE.UU. 21:221-61.
18. YÁNEZ C., ZAMBRANO J., CAICEDO M., SANCHÉZ V., HEREDIA J. 2003. Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura Ecuatoriana. INIAP, PROMSA. Estación Experimental Santa Catalina, Programa de maíz. Quito-Ecuador. 145 p.



## 9 ANEXOS

### Anexo 1.

**Cuadro 10.** Colección de poblaciones tradicionales de maíz colectadas en Saraguro y Cotacachi.

CODIGO	NOMBRE	ORIGEN
V1	Tzapa sara	Cotacachi
V2	Yura sara	Cotacachi
V3	Killu sara	Cotacachi
V4	Chulpi	Cotacachi
V5	Morocho blanco	Cotacachi
V6	Morocho amarillo	Cotacachi
V7	Morocho negro	Cotacachi
V8	Morocho rojo	Cotacachi
V9	Yana sara	Cotacachi
V10	Sangre de cristo	Cotacachi
V11	Julin	Cotacachi
V12	Puka sara	Cotacachi
V13	Mishca	Cotacachi
V14	Colorado	Cotacachi
V15	Puka chulpi	Cotacachi
V16	Puka julin	Cotacachi
V17	Fino morocho	Cotacachi
V18	Rojo	Cotacachi
V19	Iriticu	Cotacachi
V20	Amarillo pintado	Cotacachi
V21	Killu chulpi	Cotacachi
V22	Yara chupi	Cotacachi
V23	Yura morocho	Cotacachi
V24	Killu bola	Cotacachi
V25	Muro	Cotacachi
V26	Amarillo mora	Cotacachi
V27	Chachac sara	Cotacachi
V28	Racu sara	Cotacachi
V29	Killu asu sara	Cotacachi
V30	Atamalco sara	Cotacachi
V31	Guandango	Cotacachi
V32	Chupuchca sara	Cotacachi
V33	Mater diente caballo	Saraguro
V34	Rojo san jose	Saraguro
V35	Chirapo	Saraguro
V36	Maíz amarillo ligero	Saraguro
V37	Rocano criollo	Saraguro

V38	Maíz blanco	Saraguro
V39	Morocho del cerro	Saraguro
V40	Del cerro	Saraguro
V41	Chauqueño	Saraguro
V42	Zhima del cerro	Saraguro
V43	Floreado	Saraguro
V44	Blanco zhima	Saraguro
V45	Colorado	Saraguro
V46	Blanco	Saraguro
V47	Amarillo	Saraguro
V48	Amarillo criollo	Saraguro
V49	Amarillo zapon	Saraguro
V50	Blanco pintado	Saraguro
V51	Sangre	Saraguro
V52	Joyapu	Saraguro
V53	Zhima amarillo	Saraguro
V54	Ñeves	Saraguro
V55	Morocho	Saraguro
V56	Blanco grande	Saraguro
V57	Zhima pintado	Saraguro
V58	Mezclado	Saraguro
V59	Amarillo palido	Saraguro
V60	Perla	Saraguro
V61	Maiz blanco	Cotacachi
V62	Maiz grueso	Cotacachi
V63	INIAP101	INIAP
V64	INIAP122	INIAP
V65	INIAP 124	INIAP
V66	Zhima negro	Saraguro
V67	Tzapa marta	Cotacachi
V68	Canguil	Cotacachi

## ANEXO 2

Tabla 1. Estados fonológicos del maíz

ETAPA	DAS*	CARACTERÍSTICAS
VE	5	El coleoptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es 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.)

<b>VT</b>	<b>55</b>	Es completamente visible la última rama de la panícula.
<b>R0</b>	<b>57</b>	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
<b>R1</b>	<b>59</b>	Son visibles los estigmas.
<b>R2</b>	<b>71</b>	Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
<b>R3</b>	<b>80</b>	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
<b>R4</b>	<b>90</b>	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
<b>R5</b>	<b>102</b>	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.
<b>R6</b>	<b>112</b>	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.
<p>* DAS: número aproximado de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente. En los ambientes más fríos, se amplían estos tiempos.</p>		

FUENTE: RITCHIE. 1992