



WAGENINGEN UNIVERSITY
WAGENINGEN UR



**CURSO SOBRE:
USO DE MARCADORES MOLECULARES
EN EL MEJORAMIENTO GENETICO
DE LAS PLANTAS**

Organizado por

Departamento de Mejoramiento Genético
Universidad de Wageningen Holanda

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
INIAP, Ecuador

Fundación PREDUZA-WU

Abril 16 a Mayo 11 2007
Quito, Ecuador

PREDUZA, es una fundación sin fines de lucro, establecida por la Universidad de Wageningen, Holanda, dedicada a mejorar las condiciones de vida y bienestar de las comunidades agrícolas andinas y a la capacitación de técnicos de las instituciones nacionales vinculados al sector agrícola. PREDUZA es ejecutado por el Laboratorio de Mejoramiento de Plantas de la Universidad de Wageningen

Dirección de la Fundación PREDUZA
Avs. Eloy Alfaro y Amazonas.
Edificio del Ministerio de Agricultura y Ganadería, cuarto piso, oficina 401
Quito, Ecuador
Tel-fax: 593-2-2500316
e-mail: angela@preduza.org web: www.preduza.org

**CURSO SOBRE:
USO DE MARCADORES MOLECULARES
EN EL MEJORAMIENTO GENETICO
DE LAS PLANTAS**

Organizado por

Departamento de Mejoramiento Genético
Universidad de Wageningen, Holanda

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
INIAP, Ecuador

Ejecutado por
Fundación PREDUZA-WU

Abril 16 a Mayo 11, 2007
Quito, Ecuador

DESARROLLO DE MAÍCES DE ALTURA CON RESISTENCIA DURADERA A LA PUDRICIÓN DE MAZORCA EN ECUADOR.

¹Yanez, C; ¹Caicedo, M; ¹Zambrano, J; ¹Heredia, J. ²Mora, E; ³Silva, E; ³Vasquez, J; ³Dobronski, J.

¹Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina (EESC). Panamericana Sur Km 1, Casilla 17-01-340. Quito – Ecuador. Telefax: (593-02) 2693-361. maiziniap@accessinter.net; Programa de Maíz (PM).² Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV). eamora@hotmail.com.³ Tecnicos del programa de maiz del EESC del INIAP hasta el año 2000.

Introducción

En la Sierra del Ecuador se cultivan alrededor de 229636 hectáreas de maíz, con una producción de 254840 TM; ubicándose como un rubro de mucha importancia para esta región. De esta superficie el 80% corresponde a maíces suaves o harinosos. (MAG, 2005).

El maíz suave constituye un componente importante en la dieta de la población y representa la principal fuente de energía en los sectores rurales, en nuestro país el consumo per cápita es de alrededor de 14.5 kg/año (FAO 2002), en donde se consume en grandes cantidades preparado como choclo (elote tierno hervido), tostado (grano seco frito), mote (grano seco sin endospermo cocinado), harinas y coladas (bebidas). Si bien el aporte proteico es significativo, es necesario compensarlo con la inclusión en la dieta con proteínas provenientes de las leguminosas (fréjol, chocho, habas); siendo la combinación (tostado-chocho) el alimento generalizado de los campesinos e indígenas de los sectores rurales de la sierra ecuatoriana. (Yáñez *et al.*, 2003).

En la región Andina del Ecuador la mayoría de unidades productivas de maíz suave se encuentran asentados en superficies inferiores a 2 hectáreas, y los bajos rendimientos que obtiene el productor (0.5 t/ha) se debe, entre otras causas, a la acción de plagas y enfermedades. Entre las enfermedades más importantes está la pudrición de mazorca ocasionada por *Fusarium moniliforme*, que causa pérdidas en rendimiento de 40% o más, disminuye el valor comercial del grano y produce sustancias tóxicas para aves y mamíferos denominadas micotoxinas. (Silva *et al.*, 1999).

El método más práctico y económico de contrarrestar esta enfermedad, para la condición de pobreza en que viven los agricultores maiceros de la serranía ecuatoriana, es el uso de variedades con resistencia duradera; razón por la cual el Programa de Maíz (PM) y el Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional

Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), apoyados por la Universidad de Wageningen, Holanda y el Proyecto de Resistencia Duradera para la zona Andina (PREDUZA), desarrollaron materiales de tipo harinoso genéticamente resistentes.

En todo proceso de mejoramiento es importante conservar la calidad de grano que tienen los genotipos locales ya que es uno de los aspectos importantes que toma en cuenta el agricultor para adoptar una nueva variedad, por lo que fue necesario incorporar al mejoramiento convencional la investigación participativa con los agricultores, con el fin de asegurar la adopción de las nuevas variedades.

En forma cronológica se realizaron estudios fitopatológicos y de mejoramiento para la obtención de variedades de maíces amiláceos con resistencia duradera a pudrición de la mazorca causado por el hongo *F. miniliforme*.

Materiales y Métodos

1997-1998

Identificación de especies del género *Fusarium* en el Ecuador

Previo a la identificación de especies de *Fusarium*, en altitudes comprendidas de 2300 a 2900 msnm se visitaron zonas maiceras de importancia de las provincias de Bolívar, Carchi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha; donde se recolectaron mazorcas enfermas con síntomas iniciales de pudrición, las cuales fueron etiquetadas, se describió la sintomatología y en el laboratorio del DNPV se aislaron los patógenos.

Secciones del grano con tejido sano y enfermo se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5.25% durante tres minutos y luego se lavó por tres ocasiones consecutivas en agua esterilizada. Las muestras desinfectadas fueron sembradas en el medio de cultivo Nash and Snyder (1962) y luego se guardaron en una estufa a 20°C.

Para su identificación se realizaron cultivos monospóricos, para lo cual siete días después de la siembra se cortaron secciones de 5 mm de micelio los cuales fueron sembrados en el medio de cultivo agar-agua (AA) y mantenidos al ambiente por 24 horas.

Posteriormente, una espora germinada fue transferida a los medios de cultivo agar-agua hojas de clavel (AACL) y papa-glucosa-agar (PGA) y se mantuvo por siete días a 20 °C. Las características micro-morfológicas se determinaron en el primer medio y las macro-morfológicas en el segundo. Para su identificación se utilizaron las claves de Nelson *et al.* (1983), que describen las características distintivas de las diferentes especies del género *Fusarium*.

Evaluación de técnicas y fechas de inoculación de *Fusarium moniliforme*, causante de la pudrición de la mazorca de maíz en el Ecuador. (Primer ciclo)

Se utilizaron dos materiales de maíz, la variedad mejorada INIAP-101, de grano blanco harinoso y la población Amarillo duro tardío (ADT), en los cuales se evaluaron tres técnicas de inoculación: palillo, pica-hielo y aguja hipodérmica y tres épocas 7, 21 y 28 días después de la floración femenina. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x3x3+1, cada tratamiento fue repetido tres veces. La parcela experimental consistió de dos surcos de 5.5 m de largo por 0.8 m de ancho, con un área total de 8.8 m².

El inóculo fue preparado para cada fecha de inoculación, se utilizó una mezcla de cepas de *F. moniliforme*, aisladas de mazorca enfermas con síntomas iniciales de pudrición, las cuales fueron colectadas en campo de agricultores. La conservación y propagación de los aislamientos se realizó en un substrato de trigo en estado lechoso y la preparación de la suspensión conidial fue de acuerdo al método descrito por Jeffers (comunicación personal). Se inoculó la mazorca primaria de cada planta con una suspensión de 50.000 conidias/cc. Para el control de insectos que atacan la mazorca se efectuaron seis aplicaciones alternadas de Carbaryl y Malathion.

Los métodos de inoculación fueron: i) Los palillos fueron lavados por cinco ocasiones en agua hervida y secados a la sombra. Tres semanas antes de la inoculación fueron colocados en una suspensión conidial provenientes de cultivos monospóricos. Para la inoculación en la parte media de la mazorca se realizó una perforación con un taladro manual y luego se colocó el mondadientes saturado en la suspensión conidial; ii) El pica-hielo consistió de un clavo de 2 cm de longitud fijado a un mango de madera en cuya base se colocó una esponja. El clavo con la esponja fueron sumergido en la suspensión conidial y luego introducido a través de las brácteas para producir una herida en los granos de la parte media de la mazorca y iii) La inyección con una jeringa automática provista de una aguja hipodérmica con la cual se inyectó 2 cc de la suspensión conidial a través del canal de los estigmas.

La evaluación se efectuó en la etapa de madurez fisiológica del cultivo. La severidad de la infección fue evaluada utilizando dos escalas: i) Escala 1 a 6 usada por el CIMMYT en donde: 1 = 0%; 2 = 1 a 10%; 3 = 11 a 25%; 4 = 26 a 50%; 5 = 51 a 75% y 6 = 76 a 100% de infección. ii) La segunda escala con un rango de 1 a 11 sugerida por el Proyecto PREDUZA, en donde: 1 = 0%; 2 = 1 a 10%; 3 = 11 a 20%; 4 = 21 a 30%; 5 = 31 a 40%; 6 = 41 a 50%; 7 = 51 a 60%; 8 = 61 a 70%; 9 = 71 a 80%; 10 = 81 a 90% y 11 = 91 a 100% de infección.

Cada mazorca dentro de la parcela fue evaluada utilizando las dos escalas. El número de mazorcas dentro de cada valor de la escala fue multiplicado por el valor medio equivalente en porcentaje y realizada la suma, este último valor se

dividió por el número total de mazorcas de la parcela y se obtuvo el promedio ponderado de cada parcela.

$$\text{Promedio ponderado (\%)} = (X_1 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_2 + \dots + X_n \cdot Y_n) / T$$

Donde: X = número de mazorcas en valor de la escala

Y = valor medio en porcentaje correspondiente a cada valor de escala

T = Número total de mazorcas.

Se realizó el análisis de variancia y la separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%. Además se obtuvo el coeficiente de correlación lineal entre las escalas, para conocer su grado de asociación.

1998-1999

Evaluación de técnicas, fuentes y fechas de inoculación de *Fusarium moniliforme*, en el cultivo de maíz en el Ecuador. (Segundo ciclo)

Se utilizaron las técnicas de palillo o mondadientes y del pica-hielo, que resultaron ser las más eficientes en el primer ciclo; la suspensión fue de 50.000 conidias/cc de una mezcla de diez especies de *Fusarium* y un testigo con agua estéril. Las fechas de inoculación fueron a los 13, 15, 19, 21 y 23 días después de la floración femenina.

El diseño utilizado fue de parcelas divididas en arreglo factorial 4x3+1, con tres repeticiones, en la parcela grande se evaluó los métodos y en las sub-parcelas se evaluaron las fechas de inoculación. La parcela experimental consistió de diez surcos de 5.5 m de largo y 0.8 m de ancho (44 m²).

La evaluación se realizó en el material de maíz Mishca, población de grano amarillo harinoso en proceso de mejoramiento. Para el control de insectos que atacan a la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*) se efectuaron dos aplicaciones de aceite vegetal a los estigmas (Dobronski *et al.*, 1998).

La severidad de infección fue evaluada utilizando la escala 1 a 6 del CIMMYT y se obtuvo el promedio ponderado de manera similar que el primer ciclo.

Patogenicidad de *Fusarium*, en el cultivo de maíz en el Ecuador

En la Sección Oriental de la Estación Santa Catalina, se evaluaron diez aislamientos de especies de *Fusarium* más dos testigos. Los aislamientos fueron seleccionados de acuerdo a las zonas de mayor importancia del cultivo. Las

especies de *F. moniliforme*, se obtuvieron en las seis provincias muestreadas y las especies de *F. subglutinans*, se aislaron únicamente en las provincias de Imbabura, Pichincha y Chimborazo.

La inoculación de las diferentes especies, se realizó en el material susceptible Mishca en la parte media de la mazorca mediante la técnica de pica-hielo con una suspensión conidial de 50.000 esporas/cc y a los 14 días después de la emisión de los estigmas. Para el caso de los tratamientos testigos, el uno fue inoculado con agua estéril utilizando pica-hielo y el otro a infección natural.

Los tratamientos se dispusieron en parcelas de diez surcos de 44 m² en un diseño de Bloques completos al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones. La evaluación del porcentaje de infección de la mazorca, se realizó utilizando la escala CIMMYT (1 a 6) donde 1=0% y 6=más del 76% de infección. Para separar los rangos de significación, se usó la prueba de Tukey al 5%.

Determinación de la concentración de esporas de hongo *Fusarium* más eficiente para producir infección en la mazorca de maíz en el Ecuador.

El estudio se realizó en la Sección Oriental, en los campos de la Estación Santa Catalina situada a 2750 msnm. Se evaluaron tres concentraciones de inóculo elaboradas con 10 cepas del hongo *Fusarium*: 50.000; 500.000 y 1.000.000 de conidias/cc, más un testigos (infección natural) en dos variedades de maíz amiláceo: Mishca (susceptible) e INIAP-122 (intermedio).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial 2x3+1 con tres repeticiones. La inoculación se realizó a los 18 días después de la emisión de los estigmas en la parte media mediante la técnica de pica-hielo.

La evaluación del porcentaje de infección se realizó en la etapa de madurez fisiológica, utilizando la escala CIMMYT (1-6) donde 1=0 y 6=más del 76% de infección.

1999-2000

En la Sección Oriental de la EESC se realizaron cruzamientos entre dos materiales morochos blancos promisorios: INIAP-160 x ECU-573 y Población 85 x ECU-573 resistentes a *F. moniliforme* con dos poblaciones locales susceptibles de grano blanco harinoso: Selección Grano Grande (SGG) y Población Blanco Blandito. El ensayo se dispuso en 4 parcelas de 8 surcos cada una con 10 m de largo por 0.80 m entre surcos y con una planta cada 0.25 m. En las parcelas 1 y 2 se colocaron los materiales harinosos y en las 3 y 4 los morochos con dos fechas de siembra distintas, intercaladas luego de 15 días con el objeto de asegurar que coincidiera la producción de polen de los materiales morochos con la emisión de estigmas de los materiales harinosos.

En el mismo año se realizó un ensayo internacional con los materiales promisorios desarrollados en Ecuador, Perú y Bolivia con el objeto de evaluar la resistencia a *F. moniliforme* y la adaptación de cada uno de estos materiales en los diferentes

países a fin de incorporar los genes de resistencia a las poblaciones locales de cada país. El ensayo se dispuso en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y bajo infección artificial. Los materiales evaluados fueron: morocho blanco I Ecuador (Pob. 85 x ECU-573), morocho blanco II Ecuador (Pob. 85 x (I-160 x Hib. Pob. 87)), amarillo duro Ecuador (Pob. 85 x (Pool 5 x Hib. Pob. 87)), blanco harinoso precoz, blanco harinoso tardío y amarillo harinoso tardío del Perú, blanco harinoso y blanco dentado de Bolivia.

2000-2001

Se sembraron en la Sección Oriental de la EESC las 4 cruzas generadas el ciclo anterior: Cruza 1 (SGG x (Pob. 85 x ECU-573)), Cruza 2 (Pob. blanco blandito x (I-160 x ECU-573)), Cruza 3 (SGG x (I-160 x ECU-573)) y Cruza 4 (Pob. blanco blandito x (Pob. 85 x ECU-573)), con un total de 71 mazorcas o familias F1 junto con los 4 progenitores a utilizarse como testigos. Cada mazorca se sembró en dos surcos de 5 m de largo, a 0.80 m entre surcos y con una planta cada 0.25 m.

En cada surco se procedió a realizar polinizaciones manuales "planta a planta" para avanzar a F2 el cruzamiento y seguir seleccionando solo los granos harinosos. Al mismo tiempo se inoculó cada surco con el fin de evaluar la resistencia a *F. moniliforme* y eliminar familias que presenten susceptibilidad a la enfermedad.

A la cosecha se seleccionaron mazorcas sanas, con hileras uniformes y de grano mayoritariamente harinoso. Para obtener una mejor calidad de grano al momento del desgrane se seleccionaron para semilla, bajo una lámpara fluorescente, solo los granos harinosos de las familias avanzadas a F2. Con los granos seleccionados de las mejores familias se realizó un "bulk" para cada cruzada.

2001-2002

En un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones y en dos localidades se sembraron tres de los cuatro cruzamientos F2 promisorios blanco harinosos que fueron: Cruza 1 (SGG X (Pob.85 x ECU-573)), Cruza 2 (Pob. blanco blandito X (I-160 x ECU-573)) y Cruza 3 (SGG X (I-160 x ECU-573)), los progenitores harinosos (Pob. blanco blandito y SGG), materiales con resistencia a pudrición de mazorca desarrollados en Bolivia (ODA 1 y Aychasara ((ECU-13235)) y como testigo la variedad INIAP-101. La Cruza 4 (Pob. blanco blandito X (Pob. 85 X ECU-573)) no se sembró, ya que se presentó en F2 solo grano amorochados.

Los ensayos se ubicaron en el barrio la Merced de la Parroquia San José de Minas del Cantón Quito, con el objeto de realizar evaluaciones participativas con productores locales y en la sección Oriental de la EESC con el fin de evaluar la resistencia a F: moniliforme bajo infección artificial y el comportamiento agronómico de los granos generados.

Mediante tarjetas personales se invitaron para las evaluaciones participativas a 20 productores maiceros de San José de Minas (10 hombres y 10 mujeres) seleccionados por un Extensionista del Ministerio de Agricultura que trabaja en la

localidad y un colaborador del Programa quienes conocen a los agricultores de la zona.

En esta comunidad se realizaron tres evaluaciones participativas con productores, la primera se realizó el 14 de marzo del 2002 y el objetivo de la misma fue interesar a los productores en los nuevos materiales y conocer sus criterios con respecto a la semilla, para lo cual se realizaron evaluaciones absolutas grupales de la semilla utilizada, donde cada grupo evaluó en consenso la semilla calificando de bueno, regular o malo a cada material; para poder analizar los resultados se les dio un puntaje de 5, 3 y 1 respectivamente y se promediaron los puntajes obtenidos.

La segunda evaluación se realizó, por pedidos de los productores, en estado de choclo el 20 de abril del 2002, para lo cual se emplearon formatos de evaluaciones absolutas (Ashby, 1993) donde los mismos productores (as) de la primera evaluación, ahora individualmente, expresaron sus criterios con respecto a cada material de ambos ensayos, calificando de la misma manera que en la evaluación anterior.

La última evaluación participativa se realizó a la cosecha, luego de siete meses de sembrado el ensayo, donde los productores discutieron sobre los resultados de las evaluaciones anteriores y con los resultados de la cosecha, seleccionar él o los materiales blancos harinosos con los cuales seguir investigando.

Los resultados de cada evaluación participativa fueron tabulados, analizados y ponderados con el fin de tener en cuenta los principales criterios de selección de los productores.

Paralelamente a las evaluaciones participativas, los Técnicos del Programa de maíz de la EESC realizaron evaluaciones tanto en San José de Minas como en la sección oriental de la Estación. En San José de Minas a los 45 días después de la floración femenina se evaluó: altura de planta, altura de mazorca, valor agronómico en escala 1-5 (1= muy bueno y 5= muy malo) y enfermedad foliar prevalente (*Exerohilum turcicum*) en escala CIMMYT 1-5 (1 = infección débil, 2 = infección ligera, 3 = infección moderada, 4 = infección severa y 5 = infección muy severa). A la cosecha se evaluó: aspecto de mazorca y tipo de grano en escala 1-5 (donde 1 = muy bueno y 5 = muy malo), rendimiento en toneladas por hectárea ajustado al 14% de humedad y porcentaje de pudrición de mazorca en escala 1-6 CIMMYT (1 = 0 %, 2 = 1-10%, 3 = 11-25 %, 4 = 26-50 %, 5 = 51-75% y 6 = 76-100% de granos afectados, porcentaje de pudrición de mazorca = $(X_1 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_2 + \dots + X_6 \cdot Y_6)/T$, donde: X = número de mazorcas en cada valor de escala, Y = valor medio de porcentaje de daños afectados en cada escala y T = número total de mazorcas).

2002-2003

Con el fin de confirmar los resultados obtenidos en años anteriores y comprobar la resistencia de tres cruza: Cruza 1 (SGG X (Pob.85x ECU-573)), Cruza 2 (Pob. blanco blandito X (I-160 x ECU-573)) y Cruza 3 (SGG X (I-160x ECU-573)) y como

testigo la Población Blanco blandito, se dispuso un ensayo en la Sección Oriental de la EESC en un diseño de bloques completos al azar de tres repeticiones y para la evaluación se realizó un análisis grupal, donde en el grupo uno (G1) se evaluó a libre infección y el dos (G2) bajo inoculación artificial con el objeto de medir el grado de pudrición y los efectos que esto causa en el resto de variables de importancia agronómica. Cada unidad experimental estuvo constituida por dos surcos de 5 m de largo por 0.8 m de ancho, evaluándose un total de 44 plantas por parcela.

Las inoculaciones artificiales del hongo se realizaron entre los 13 a 19 días de la floración femenina mediante la técnica del pica hielo, con una suspensión de 500 000 conidias/cc, con el aislamiento de *F. moniliforme* más patogénico (cepa 4).

Antes de la cosecha se evaluaron: días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, valor agronómico en escala 1-5 (1= muy bueno y 5= muy malo) y enfermedad foliar prevalente (*Exerohilum turcicum*) en escala CIMMYT 1-5 (1 = infección débil, 2 = infección ligera, 3 = infección moderada, 4 = infección severa y 5 = infección muy severa) (2).

A la cosecha se evaluó: aspecto de mazorca y tipo de grano en escala 1-5 (donde 1= muy bueno y 5= muy malo), rendimiento en toneladas por hectárea ajustado al 14% de humedad y porcentaje de pudrición de mazorca en escala 1-6 CIMMYT (1 = 0%, 2 = 1-10%, 3 = 11-25%, 4 = 26-50%, 5 = 51-75% y 6 = 76-100% de granos afectados. Porcentaje de pudrición de mazorca = $(X_1.Y_1 + X_2.Y_2 + \dots + X_6.Y_6)/T$, donde: X = número de mazorcas en cada valor de escala, Y = valor medio de porcentaje de daños afectados en cada escala y T = número total de mazorcas).

Por otro lado en el mismo año, en la Sección Oriental de la EESC, se sembraron 9 líneas S1 resistentes a *F. moniliforme*. Cada línea se sembró en un surco de 5 m de largo a 0.80 m entre surcos y con dos plantas cada 0.5 m.

Las líneas sembradas fueron: (SGG X (Pob.85x ECU-573)(5-1)-6, SGG X (Pob.85x ECU-573)(5-3)-7, SGG X (Pob.85x ECU-573)(5-4)-8, SGG X (Pob.85x ECU-573)(7-2)-9, SGG X (Pob.85x ECU-573)(7-3)-10, Pob. blanco blandito X (I-160x ECU-573)(39-1)-22, Pob. blanco blandito X (I-160x ECU-573)(39-2)-23, SGG X (I-160x ECU-573)(44)-26, y Pob. blanco blandito X (Pob.85x ECU-573)(66)-3.

Para formar el Sintético se realizaron polinizaciones planta a planta entre surcos, tratando de realizar todas las combinaciones posibles entre las familias. Posteriormente se realizó una selección de las plantas polinizadas y al momento de la cosecha se seleccionaron mazorcas sanas, sin ataque de insectos u hongos, con hileras uniformes y llenas de grano.

2003-2004

En la sección Oriental de la EESC se estableció un ensayo con variedades de maíz de grano blanco con el fin de evaluar su comportamiento agronómico y la

resistencia a pudrición de mazorca bajo inoculación artificial con respecto a las variedades liberadas por el INIAP.

Este ensayo se dispuso en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por dos surcos de 5m de largo por 0.8 m de ancho, evaluándose un total de 44 plantas por parcela.

Se evaluaron los materiales promisorios de grano blanco harinoso: Cruza 1 (SGG X (Pob.85 x ECU-573)), Cruza 2 (Pob. blanco blandito X (I-160 x ECU-573)), Cruza 3 (SGG X (I-160 x ECU-573)), Aychasara (ECU-13235), RIs1Bh e INIAP-102.

Con el fin de reducir el daño mecánico que podría facilitar la entrada de *F. moniliforme* se realizó una aplicación de aceite vegetal a los estigmas de las plantas al 100% de floración femenina. Las inoculaciones artificiales del hongo se realizaron entre los 13 a 19 días de la floración femenina mediante la técnica del pica hielo, con una suspensión de 500 000 conidias/cc, con el aislamiento de *F. moniliforme* más patogénico (cepa 4).

Antes de la cosecha se evaluaron: días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, valor agronómico en escala 1-5 (1= muy bueno y 5= muy malo) y enfermedad foliar prevalente en escala CIMMYT 1-5 (1 = infección débil, 2 = infección ligera, 3 = infección moderada, 4 = infección severa y 5 = infección muy severa) (2).

A la cosecha se evaluó: aspecto de mazorca y tipo de grano en escala 1-5 (donde 1= muy bueno y 5= muy malo), rendimiento en toneladas por hectárea ajustado al 14% de humedad y porcentaje de pudrición de mazorca en escala 1-6 CIMMYT.

En el mismo año en el sector de Pangualazo (2816 msnm) de la Parroquia de Punín, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, un grupo de 14 agricultores junto con el Programa de maíz de la EESC evaluaron 6 materiales de maíz blanco harinoso con el fin de comparar su comportamiento agronómico y resistencia a enfermedades con respecto a la variedad local "tusilla" de tipo blanco blandito.

Las variedades evaluadas fueron: Cruza 1 (SGG X (Pob.85 x ECU-573)), Cruza 2 (Pob. blanco blandito X (I-160 x ECU-573)), Cruza 3 (SGG X (I-160 x ECU-573)), Aychasara (ECU-13235), RIs1Bh, INIAP-102 y el testigo local. El ensayo se dispuso en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por dos surcos de 5 m de largo por 0.8 m de ancho, evaluándose un total de 44 plantas por parcela.

Se realizaron dos evaluaciones participativas, en floración y a la cosecha, para lo cual se realizaron invitaciones a agricultores del sector, principalmente mujeres. Durante la primera evaluación participativa se realizó una charla práctica sobre la aplicación de aceite vegetal para controlar los gusanos del choclo, así como también se motivó a los agricultores a continuar participando de las evaluaciones, creándose expectativas con las nuevas variedades para la cosecha.

Para las evaluaciones participativas con productores se emplearon los formatos de evaluación absoluta recomendados por Ashby (1993).

Antes de la cosecha, los Técnicos del Programa de Maíz de la EESC evaluaron: altura de planta, altura de mazorca, valor agronómico en escala 1-5 (1= muy bueno y 5= muy malo) y enfermedad foliar prevalente en escala CIMMYT 1-5 (1 = infección débil, 2 = infección ligera, 3 = infección moderada, 4 = infección severa y 5 = infección muy severa) (2). A la cosecha se evaluó: aspecto de mazorca y tipo de grano en escala 1-5 (donde 1= muy bueno y 5= muy malo), rendimiento en toneladas por hectárea ajustado al 14% de humedad y porcentaje de pudrición de mazorca en escala 1-6 CIMMYT (1 = 0%, 2 = 1-10%, 3 = 11-25%, 4 = 26-50%, 5 = 51-75% y 6 = 76-100% de granos afectados. Porcentaje de pudrición de mazorca = $(X_1.Y_1 + X_2.Y_2 + \dots + X_6.Y_6)/T$, donde: X = número de mazorcas en cada valor de escala, Y = valor medio de porcentaje de daños afectados en cada escala y T = número total de mazorcas).

Resultados y Discusión

1997-1998

Identificación de especies del género *Fusarium*, en el Ecuador.

De las diferentes muestras se aislaron tres especies de *Fusarium*: *F. moniliforme*, *F. subglutinans* y *F. graminearum* (Cuadro 1), los cuales son reportados como agentes causales de la pudrición de la mazorca (De León, 1984; Trenholm, 1990).

En los cantones de las provincias de Bolívar y Carchi se aisló únicamente *F. moniliforme*, en altitudes comprendidas desde los 2300 a 2900 msnm. En Chimborazo, en altitudes desde los 2500 a 2850 msnm se identificó a *F. moniliforme* y únicamente en los cantones Riobamba y Penipe se aisló *F. subglutinans*. Mientras que en la provincia de Imbabura cantón Ibarra se aisló a *F. moniliforme*, en el cantón Antonio Ante a más de *F. moniliforme* se presentó *F. graminearum* y en el cantón Cotacachi se detectó a *F. subglutinans* y *F. graminearum* en altitudes de 2410 a 2580 msnm; a más del género *Fusarium*, se aisló el hongo *Diplodia* (Cuadro 1).

En cuanto al porcentaje de aislamientos, en Bolívar y Carchi se presentaron el 50 y 100% de *F. moniliforme* respectivamente. En Chimborazo se obtuvieron el 67% de *F. moniliforme* y el 33% de *F. subglutinans*, mientras que en Imbabura se presentaron las tres especies de *Fusarium*: *F. moniliforme*, *F. subglutinans* y *F. graminearum* en porcentajes de 58, 17 y 17% respectivamente y por último en Pichincha, se presentó el 40% de *F. moniliforme*, 50% de *F. subglutinans* y 10% *Diplodia* spp. (Cuadro 2).

Cuadro 1. Caracterización de especies del género *Fusarium* de cinco provincias del Callejón Interandino 1998.

Provincias	Cantón	Altitud Msnm	<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Fusarium Subglutinans</i>	<i>Fusarium graminearum</i>
Bolívar	Chimbo	2500	x		
	San Miguel	2400	x		
	Guaranda	2600	x		
	Chillanes	2300	x		
Carchi	Espejo	2900	x		
	Mira	2300	x		
Chimborazo	Riobamba	2650	x	x	
	Guano	2710	x		
	Chambo	2850	x		
	Penipe	2500	x	x	
Imbabura	Ibarra	2530	x		
	Antonio Ante	2410	x		x
	Cotacachi	2470		x	x
	Mejía	2750	x	x	
Pichincha	Quito	2550	x		

Cuadro 2. Porcentaje de aislamientos de las diferentes especies de *Fusarium* de cinco provincias del Callejón Interandino. Santa Catalina, 1998.

Provincia	No muestras	<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Fusarium Subglutinans</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	Otros Diplodia
Bolívar	6	50			
Carchi	4	100			
Chimborazo	12	67	33		
Imbabura	12	58	17	17	
Pichincha	10	40	50		10
PROMEDIO		59	25	5	2

Evaluación de técnicas y fechas de inoculación de *Fusarium moniliforme*, causante de la pudrición de la mazorca de maíz en el Ecuador. (Primer ciclo)

En vista que las dos variedades presentaron diferentes fechas para la floración femenina y la inoculación debió realizarse con diferente inóculo (preparado en diferentes fechas) para cada una de ellas, se realizó el análisis estadístico por separado para cada variedad.

En el (Cuadro 3), se presentan los análisis de variancia para severidad de la enfermedad, en las dos escalas de evaluación y para las dos variedades de maíz, encontrándose que para el material INIAP-101, se detectaron diferencias

estadísticas al 1% para técnicas de inoculación y al 5% para fechas de inoculación

Fuentes de variación	gl	Severidad ^y	Severidad ^z
INIAP-101 (blanco harinoso)			
Repeticiones	2	10.85	37.87
Técnicas de inoculación	2	620.75 **	650.78 **
Fechas de inoculación	2	242.60 *	356.72 *
Técnicas x Fechas	4	173.58 *	170.50 *
Error	16	48.91	57.33
Coefficiente de variación (%)		25.50	26.10
ADT (amarillo duro)			
Repeticiones	2	6.78	3.08

y para la interacción técnicas por fechas. Mientras que para la población ADT, no se detectaron diferencias estadísticas para ninguna de las fuentes de variación.

Cuadro 3. Cuadrados medios de severidad de pudrición de la mazorca en dos variedades de maíz, usando tres métodos y tres épocas de inoculación. Santa Catalina, 1998.

Técnicas de inoculación	2	16.26	17.34
Fechas de inoculación	2	14.24	3.90
Técnicas x fechas	4	3.89	6.37
Error	16	10.16	5.63
Coefficiente de variación (%)		48.10	40.50

* ** Significativo al 5 y 1% respectivamente

^y Valores calculados con la escala 1 a 6

^z Valores calculados con la escala 1 a 11

En cuanto a los promedios y pruebas de significación para las dos escalas de evaluación (Cuadro 4), las técnicas de inoculación de palillos y pica-hielo fueron las más efectivas y ocuparon el primer rango; mientras que la de menor efectividad fue la técnica de inyección que ocupó el segundo rango.

Para fechas de inoculación, la efectuada a los 14 días después de la floración presentó la mayor infección ocupando el primer rango, seguida de la inoculación a los 21 días en rango compartido "ab" y finalmente la realizada a los 28 días se

ubicó en el segundo rango, en las dos escalas de evaluación (Cuadro 4). Lo anterior indica que mientras más pronto se efectuó la inoculación en la mazorca, ésta es más sensible al ataque del patógeno.

El índice de correlación lineal entre las dos escalas utilizadas fue altamente significativo tanto en la variedad INIAP-101 ($r = 0.97^{**}$) como en el material experimental ADT ($r = 0.90^{**}$), lo cual indica que cualquiera de las dos escalas puede utilizarse para la evaluación de pudrición de mazorca.

Cuadro 4. Promedios de pudrición de la mazorca en dos variedades de maíz, utilizando tres métodos y tres épocas de inoculación. Santa Catalina, 1998.

Tratamientos	Severidad ^y	Severidad ^z
INIAP-101 (blanco harinoso)		
<u>Técnicas de inoculación</u>		
Palillo (mondadientes)	35.1 a ^x	37.1 a
Pica-hielo	28.5 a	29.9 a
Inyección (jeringa)	18.6 b	20.1 b
<u>Fechas de inoculación</u>		
14 días después de la emisión de estigmas.	32.4 a	35.6 a
21 días después de la emisión de estigmas	27.7 ab	28.5 ab
28 días después de la emisión de estigmas	22.0 b	23.0 b
Promedio general	27.4	29.0
ADT (amarillo duro)		
<u>Técnicas de inoculación</u>		
Palillo (mondadientes)	8.2	7.5
Pica-hielo	6.1	5.2
Inyección (jeringa)	5.6	4.9
<u>Fechas de inoculación</u>		
14 días después de la emisión de estigmas	6.2	5.7
21 días después de la emisión de estigmas.	8.0	6.6
28 días después de la emisión de estigmas	5.6	5.3
<u>Promedio general</u>	6.6	5.9

^y Calculado con valores medios de la escala 1 a 6

^z Calculado con valores medios de la escala 1 a 11

^x Promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes.

1998-1999

Evaluación de técnicas, fuentes y fechas de inoculación de *Fusarium moniliforme*, en el cultivo de maíz en el Ecuador. (Segundo ciclo)

En el análisis de variancia para severidad, de la evaluación de los métodos y épocas de inoculación (Cuadro 5), presentó significación estadística al 1% de probabilidad para fuentes de inóculo y fechas de inoculación, pero no se detectaron diferencias estadísticas para la interacción entre factores.

Cuadro 5. Cuadrados medios para severidad de pudrición de mazorca en la variedad de maíz Mishca, usando dos técnicas (con y sin inóculo) y cinco fechas de inoculación. Santa Catalina, 1999.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
Repetición	2	19.98
Técnicas de inoculación	1	2.71
Fuente de inóculo	1	2123.28 **
Técnicas x fuentes	1	7.58
Error a	6	55.31
Fechas de inoculación	4	574.93 **
Técnicas x fechas	4	43.53
Fuentes x fecha	4	53.97
Técnicas x fuente x fechas	4	56.33
Error b	32	46.86
Coeficiente de variación (%)		17.40

** Significación al 1%.

En cuanto a las técnicas de inoculación, éstas presentaron promedios similares cuando se utilizó inóculo y comparten el primer rango, con promedios de 45.8% para palillo y 44.7% para el pica-hielo. Mientras que, cuando se utilizó agua estéril sus promedios fueron de 33.1 y 33.4%, respectivamente y se presentaron en el segundo rango. Esto nos indica que únicamente al causar una herida con cualquiera de los dos métodos se logra producir una pudrición de mazorca superior al 30%, pero cuando utilizamos inóculo, estos valores alcanzan un 45% de infección. Los dos métodos son exactamente iguales para producir infección, pero el método de pica-hielo es de más fácil manipuleo. El testigo bajo infección natural obtuvo un promedio de infección de 1.8%. (Cuadro 6).

En cuanto a las fechas de inoculación, las efectuadas a los 13, 15 y 19 días después de la emisión de los estigmas produjeron mayor infección con 45.9, 45.7 y 40.6%, respectivamente y ocuparon el primer rango; en tanto que las efectuadas a los 21 y 23 días fueron las que produjeron las menores infecciones y ocuparon el segundo rango de significación, con infecciones promedios de 32.2 y 31.8%, respectivamente (Cuadro 6).

Los resultados obtenidos en los dos ciclos concuerdan plenamente con lo encontrado por otros investigadores (INIAP, 1991; Céspedes, 1992; Changú *et al.*, 1996, Chávez, *et al.*, 1998, y Medina, 1999), donde manifiestan que las técnicas del palillo o mondadientes y la del pica-hielo fueron las más efectivas y que la inoculación en épocas tempranas produce un mayor porcentaje de infección en las mazorcas de maíz.

Cuadro 6. Promedios de pudrición de mazorca en la variedad de maíz Mishca, utilizando dos técnicas y cinco fechas de inoculación. Santa Catalina, 1999.

Factores	Severidad (%)
Técnicas de inoculación	
Palillo con inoculo	45.8 a ¹
Palillo con agua estéril	33.1 b
Pica-hielo con inoculo	44.7 a
Pica-hielo con agua estéril	33.4 b
Fechas de inoculación	
13 días después de la floración femenina	45.9 a
15 días después de la floración femenina	45.7 a
19 días después de la floración femenina	40.6 a
21 días después de la floración femenina	32.2 b
23 días después de la floración femenina	31.8 b
Testigo (infección natural)	1.8

¹ Pruebas de Tukey al 5%

Patogenicidad de *Fusarium*, en el cultivo de maíz en el Ecuador.

El análisis de variancia para infección (Cuadro 7), detectó diferencias estadísticas al nivel del 1% entre tratamientos con un coeficiente de variación de 17.04%.

De acuerdo a las pruebas de significación de Tukey al 5% (Cuadro 8), se observa que los porcentajes más altos de pudrición y que comparten un mismo rango

fueron los tratamientos 4 y 5 pertenecientes al cantón Otavalo-Imbabura con 57.75% y al cantón Quito-Pichincha con promedio de 56.72%. Otros aislamientos con infecciones altas se obtuvieron en los tratamientos 10 y 3 que corresponden al cantón Chimbo-Bolívar con 55.78% y cantón Ibarra-Imbabura con porcentaje de 42.95%. En cambio el valor más bajo correspondido al tratamiento testigo T2 (infección natural) con promedio de infección de 1.55%.

Existen tratamientos intermedios 1, 6, 2 con promedios de 18.28, 15.90 y 14.39% respectivamente; que se encuentran por debajo del tratamiento testigo T1 (agua estéril) 19.16% de infección; esto demuestra que posiblemente se trate de especies del hongo no virulentas y se encuentran en zonas donde la explotación del maíz se realiza en una sola época del año. La infección registrada con el tratamiento T1 (agua estéril), pone de manifiesto que *Fusarium* es un hongo débil y que para penetrar y colonizar al huésped necesita de una herida mecánica.

Cuadro 7. Análisis de variancia para infección en el estudio de patogenicidad de diez aislamientos de *Fusarium spp.* Santa Catalina 1999.

Fuente Variación	GL	SC	CM	F:Cal
Total	35	12827.764		
Repeticiones	2	141.789	70.895	2.5838
Tratamientos	11	12082.331	1098.394	40.0313 **
Error	22	603.644	27.438	
C.V. (%)		17.04		

Cuadro 8. Promedios de pudrición de mazorca causada por diez aislamientos de *Fusarium spp.* Santa Catalina, 1999

No	Tratamientos		Especie	Porcentajes medios	
	Provincia	Cantón			
1	Carchi	Mira	<i>F. moniliforme</i>	18.28	d
2	Imbabura	Ibarra	<i>F. moniliforme</i>	14.39	de
3		Ibarra	<i>F. moniliforme</i>	42.95	ab
4		Otavalo	<i>F. subglutinans</i>	57.75	a
5	Pichincha	Quito	<i>F. moniliforme</i>	56.72	a
6		Cayambe	<i>F. subglutinans</i>	15.90	de
7	Cotopaxi	Pujilí	<i>F. moniliforme</i>	25.49	cd
8	Chimborazo	Chambo	<i>F. moniliforme</i>	20.63	d
9		Guano	<i>F. subglutinans</i>	40.17	bc
10	Bolívar	Chimbo	<i>F. moniliforme</i>	55.78	ab
11	Agua estéril (T1)			19.16	d
12	Infección natural (T2)			1.55	e

* Promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes al 5% de probabilidades de acuerdo a la prueba de significación de Tukey.

Determinación de la concentración de esporas de hongo *Fusarium* más eficiente para producir infección en la mazorca de maíz en el Ecuador.

En el (Cuadro 9), se presentan los resultados del análisis de variancia para la variable severidad de pudrición de la mazorca. No existió significación estadística para ninguno de los factores en estudio. El coeficiente de variación fue de 18.05%.

El material Mishca, en todas las concentraciones estudiadas obtuvo los mayores porcentajes de infección en relación a la variedad INIAP-122. La concentración de 500.000 conidias/cc produjo los porcentajes más altos de infección con 35.37% en Mishca y 32% en INIAP-122. De la misma forma, en los testigos el porcentaje más alto se presentó en Mishca con 2.85% frente a 2.74% de INIAP-122 (Cuadro 10).

No se logró la secuencia lógica del progreso de la pudrición de acuerdo al incremento de las concentraciones; los porcentajes de infección aumentaron o disminuyeron independiente al número de conidias inoculadas. Resultados que concuerdan con investigaciones realizadas por el (INIAP, 1983) en las cuales tampoco se encontró diferencias estadísticas significativas entre concentraciones.

Estos resultados probablemente se deban a que se elaboró el inoculó con una mezcla de 10 cepas del hongo *Fusarium* las cuales interactuaron entre sí con cierto grado de antagonismo que hizo que la infección aumente o disminuya sin considerar la concentración de conidias.

Cuadro 9. Cuadrados medios de severidad de pudrición de la mazorca causada por tres concentraciones del hongo *Fusarium* en dos variedades de maíz. Santa Catalina, 1999.

Fuentes de variación	G.L.	CM
Total	17	
Repeticiones	2	34.643
Variedad	1	95.634 NS
Concentraciones	2	44.602 NS
Variedad x concentraciones	2	18.079 NS
Error	10	30.440
C.V. (%)		18.05

Cuadro 10. Datos promedios del porcentaje de severidad de pudrición de la mazorca causada por tres concentraciones del hongo *Fusarium* en dos variedades de maíz. Santa Catalina, 1999.

Tratamientos	Porcentaje de infección	
	Mishca	INIAP-122
50.000	30.31	28.39
500.000	35.37	32.00
1,000.000	32.92	24.39
Infección natural (T)	2.85	2.74

1999-2000

Como resultado del cruzamiento entre materiales resistentes de grano morocho con susceptibles locales de grano harinoso se obtuvieron cuatro materiales: Cruza 1 (SGG X (Pob.85 x ECU-573), Cruza 2 (Pob. blanco blandito X (I-160 x ECU-573) y Cruza 3 (SGG X (I-160 x ECU-573), y Cruza 4 (Pob.85 x ECU-573)), seleccionándose un total de 71 mazorcas por familia F1 juntos que presentaban grano mayoritariamente harinoso. Los resultados del ensayo internacional con materiales promisorios de Ecuador, Perú y Bolivia (INIAP, 2001) demostraron la resistencia de todos los materiales promisorios evaluados con respecto al testigo local I-122, por lo que se solicitó semilla de los materiales promisorios de grano suave a los colegas de Perú y Bolivia. Solo fue posible obtener semilla de los materiales promisorios de Bolivia.

2000-2001

Los resultados de la primera evaluación de los cruzamientos (F1) en la EESC se observan en el cuadro 11, donde los promedios de porcentajes de pudrición de mazorca de las cuatro cruzas muestran valores de entre 24 y 30%, lo que demuestra cierto nivel de resistencia comparados con los porcentajes de pudrición de mazorca de los progenitores harinosos de 54 y 73%. La resistencia en los progenitores de grano morocho a F. moniliforme sigue siendo mayor que los cruzamientos generados, mientras que para el resto de las características agronómicas no presentaron mayor diferencia.

Cuadro 11. Promedios para tres características agronómicas de cuatro cruzamientos F1 y de los progenitores de grano morocho y harinosos. EESC, Ciclo 2000-2001.

Materiales	Altura de Planta (cm)	% de pudrición de mazorca	Días a floración femenina
Cruza 1 (SGG X (Pob.85 x ECU-573)F1	179	24	126
Cruza 3 (SGG X (I-160 x ECU-573)F1	181	29	128
Cruza 2 (Pob. blanco blandito x I-160 x ECU-573)F1	198	30	130
Cruza 4 (Pob. Blanco Bdito x Pob.85 x ECU-573)F1	181	26	131
Promedio	185	27	129
PROGENITORES			
Pob.85 x ECU-573 (grano morocho)	198	22	122
I-160 x ECU-573 (grano morocho)	222	18	124
SGG (grano harinoso)	156	73	124
Pob. Blanco Blandito (grano harinoso)	168	54	126
Promedio	186	42	124

* Bajo inoculación artificial

En todas las familias F2 generadas se observó gran cantidad de segregación para tipo de grano morocho. Las familias pertenecientes a la Cruza 4 obtuvieron solo granos amorochados y fue imposible seleccionar granos harinosos.

2001 -2002

A la primera evaluación participativa de los materiales promisorios en San José de Minas asistieron 12 agricultores (4 mujeres) quienes formaron cuatro grupos evaluadores.

Los materiales SGG, Pob. Blanco blandito e I-101 obtuvieron calificaciones promedios de bueno debido al grano grande grueso y uniforme; mientras que solo el material ODA 1 obtuvo la calificación promedio de malo debido al grano delgado y amorochado (Cuadro 12).

Cuadro 12. Puntajes, promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de 8 materiales evaluados en San José de Minas a libre infección. EESC, Ciclo 2001-2002.

No	Material	Puntaje promedio de evaluaciones participativas ¹			Evaluaciones técnicas		
		1º eval. En semilla	2º eval. estado de choclo	3º eval. A la cosecha	Enferm. foliar ² (1-5)	% de pudrición mazorca	Rendimiento (t/ha)
1	Aysachara(ECU-13235)	3.8	4.0	4.1	2.5 B ³	10.7	2.8
2	Cruza 2	3.0	4.4	3.6	2.0 B	18.4	3.2
3	ODA 1	1.8	3.5	3.2	3.0 B	17.3	3.0
4	Cruza 3	3.0	3.1	2.1	3.0 B	21.5	2.5
5	SGG	5.0	3.3	2.1	2.5 B	23.7	2.3
6	Blanco Bdito	5.0	2.0	2.8	3.0 B	18.1	2.8
7	I-101	4.5	1.3	1.1	5.0 A	22.7	1.3
8	Cruza 1	3.0	2.0	1.0	3.5 AB	24.5	1.6
	Promedio	3.8	2.9	2.6	3.1	19.6	2.4
	DMS, 5%				1.1	11.0	1.5
	Significación ADEVA				**	Ns	Ns
	C.V. (%)				14.8	23.8	25.2

1. Puntaje de 1 a 2 = malo, de 2 a 4 = regular y de 4 a 5 = bueno, 2. *Exerohilum turcicum*, 3. Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey al 5%., ** Diferencias estadísticas significativas al 1%, Ns Diferencias estadísticas no significativas

Para la segunda evaluación participativa en estado de choclo asistieron 14 productores, calificando de buenos a la Cruza 2 y a Aychasara (ECU-13235) debido al tamaño de la planta, hojas sanas, buen llenado de grano y grosor de mazorca, mientras que la variedad testigo I-101 obtuvo calificación promedio de malo debido al tamaño de planta muy bajo, hojas enfermas, mazorca pequeña y mal llenado de grano.

A la tercera evaluación participativa (a la cosecha) asistieron 12 agricultores 7 hombres y 5 mujeres. Esta vez solo Aychasara (ECU-13235) obtuvo calificación promedio de bueno por parte de los productores debido a la poca pudrición, buen tamaño y uniformidad de las mazorcas; mientras que los materiales I-101 y Cruza 1 obtuvieron calificaciones promedios de malo, debido al tamaño pequeño de

grano y mazorca, bajo rendimiento y alta pudrición de mazorca. El resto de materiales obtuvieron calificaciones de regular por parte de los productores.

En el cuadro 12 se observan los puntajes, promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas evaluadas en San José de Minas, donde la Cruza 2 y ODA 1 sobresalieron por su alto rendimiento, mientras que Aychasara (ECU13235) obtuvo el menor porcentaje de pudrición de mazorca a libre infección.

La única variable que presentó diferencias estadísticas significativas entre los materiales evaluados fue enfermedad foliar, donde existieron tres rangos diferenciados, mostrando una alta susceptibilidad a *Exerohilum turcicum* los materiales I-101 y Cruza 1 que ocuparon los primeros rangos.

A realizar correlaciones entre los puntajes de las evaluaciones participativas, existieron correlaciones significativas al 1% entre la segunda y tercera evaluación y al correlacionar los puntajes con los resultados de las evaluaciones técnicas resulta que la primera evaluación se correlaciona significativamente (< 0.05) con tipo de grano, la segunda evaluación con enfermedad foliar y rendimiento, y la tercera evaluación con porcentaje de pudrición y rendimiento.

En el cuadro 13 se observan los promedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de los materiales blancos evaluados en la EESC bajo infección artificial, donde ODA 1 de Bolivia obtuvo el mayor rendimiento y menor porcentaje de pudrición de mazorca.

Los porcentajes más altos de pudrición bajo inoculación artificial lo ocuparon los progenitores blanco blandito, SGG y la Cruza 3 con porcentajes de pudrición de entre 42.5 a 42.8%. El rango intermedio lo ocuparon los materiales: INIAP-101, Aychasara (ECU-13235) y las Cruzas 1 y 2 con promedios de entre 14.8 a 25.3% y el menor rango lo ocupó ODA 1 de Bolivia con 19%.

Cuadro 13. Remedios y estadísticas generales de las principales características agronómicas de 8 materiales evaluados en Santa Catalina bajo inoculación artificial. Ciclo 2001-2002.

No.	Material	Evaluaciones técnicas				Rendimiento (t/ha)
		Altura de planta (cm)	Valor agronómico (1-5)	Tipo de grano (1-5)	% de pudrición mazorca	
1	Aysachara (ECU-13235)	189	2.8	3.0 AB	30.2 AB ¹	1.7
2	Cruza 2	202	2.5	3.0 AB	32.2 AB	1.4
3	ODA 1	179	3.0	4.0 AB	19.0 B	1.9
4	Cruza 3	177	3.0	3.0 AB	42.5 A	1.2
5	SGG	174	3.0	2.5 B	43.9 A	1.2
6	Blanco Bdito	192	2.8	2.5 B	45.8 A	1.3
7	I-101	167	2.8	2.5 B	30.5 AB	1.7
8	Cruza 1	173	3.0	3.0 AB	37.7 AB	1.1
Promedio		181	2.8	2.9	35.2	1.5
DMS, 5%		23.5	1.1	0.8	13.8	0.8
Significación ADEVA		Ns	Ns	*	*	Ns
C.V. (%)		5.5	16.2	11.4	20.7	23.8

1. Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey al 5%, * Diferencias estadísticas significativas al 5%, Ns Diferencias estadísticas no significativas.

La diferencia observada en el tipo de grano se debe a que el material ODA 1 presenta un tipo de grano amorochado, las Cruzas 1, 2, 3 y el Aychasara (ECU-13235) presentan un amorochamiento en menor grado y los materiales progenitores Pob. Blanco Blandito y el testigo I-101 no presentan ningún tipo de amorochamiento.

En el Cuadro 14 se observan los promedios de las dos localidades para la pudrición de la mazorca y rendimiento de los tres materiales que presentaron los mayores rendimientos y menores porcentajes de pudrición de mazorca en relación al testigo I-101.

Cuadro 14. Promedio de 2 localidades para pudrición de mazorca y rendimiento de los tres materiales que presentaron los mayores rendimientos y menores porcentajes de pudrición de mazorca en relación al testigo I-101.

No	Material	% de Pudrición de Mazorca			Rendimiento (t/ha)		
		San José de Minas	EESC *	Promedio	San José De Minas	EESC*	Promedio
1	ODA 1	17.3	19.0	18.15	3.0	1.9	2.5
2	Aychasara (ECU-13235)	10.7	30.2	20.45	2.8	1.7	2.3
3	Cruza 2	18.4	32.2	25.3	3.2	1.4	2.3
4	I-101 (Testigo)	22.7	30.5	26.6	1.3	1.7	1.5

* Bajo inoculación artificial

2002-2003

No existieron diferencias estadísticas entre los materiales en estudio para ninguna de las variables evaluadas durante la fase de crecimiento del cultivo, no así para las variables de cosecha donde existieron diferencias estadísticas al 5 % para aspecto de mazorca y rendimiento y al 1% para tipo de grano y porcentaje de pudrición de mazorca.

En el Cuadro 15, se muestran las fuentes de variación y las medias de cada uno de los materiales evaluados bajo infección artificial (G1) y natural (G2), donde se observan además las diferencias entre los resultados de G1 y G2.

Dentro del G1 (a libre infección) no existieron diferencias estadísticas significativas para ninguna de las variables evaluadas, los valores de pudrición se muestran con menos de 20% de pudrición y se observa que las cruzas presentan valores menores de pudrición que el progenitor y testigo blanco blandito. En cuanto a tipo de grano no se observan diferencias y los valores se ubican entre 2.7 y 3.0 lo que significa un grano de tamaño mediano, sin ningún tipo de amorochamiento o mezclas. En cuanto a rendimiento las cruzas presentaron mayores rendimientos que blanco blandito, sobresaliendo la cruza 2 y 3 con 0.5 y 0.4 toneladas por hectárea más que el testigo.

Cuadro 15. Fuentes de variación, medias y estadísticas generales de las principales variables agronómicas de 4 materiales de maíz blanco harinosos a libre infección (G1) y mediante infección artificial (G2). EESC, 2002-2003.

Fuentes de variación / Materiales	Pudrición mazorca (%)	Tipo de grano (1-5)	Rendimiento (t/ha)
Tratamientos	**	**	*
Libre infección (G1)	Ns	Ns	Ns
Cruza 1	14.4	3.0	2.8
Cruza 2	13.6	2.8	3.2
Cruza 3	15.2	2.7	3.1
Testigo	17.9	2.7	2.7
Inoculación artificial (G2)	*	**	*
Cruza 1	46.6 ab ¹	3.5 ab ¹	1.9 b ¹
Cruza 2	53.8 ab	4.0 a	2.7 ab
Cruza 3	40.9 b	3.2 b	3.2 a
Testigo	59.1 a	3.0 b	1.9 b
G1 vs G2	**	**	*
Media G1	15.3	2.8	3.0
Media G2	50.1	3.4	2.5
C.V. (%)	22.5	8.9	20.0

1: Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey (5%).

* Diferencias significativas al 5 %, ** Diferencias significativas al 1%,

Dentro del G2 (bajo inoculación artificial) se observaron diferencias estadísticas significativas al 1 % para aspecto de mazorca y tipo de grano y al 5% para porcentaje de pudrición de mazorca y rendimiento. El valor más alto de pudrición de mazorca se observó en el testigo y progenitor blanco blandito, el mismo que ocupa el rango mas alto según Tukey al 5%. Las Cruzas 1 y 2 se ubican en el segundo rango y ocupando el último rango la Cruza 3. La inoculación artificial afectó el tipo de grano, ya que produjo un grano pequeño, desuniforme en color y tipo de grano, siendo la Cruza 2 quien presentó mayores problemas, no así el testigo y progenitor blanco blandito a quien la inoculación no afectó el tamaño ni la uniformidad del grano sano. Los valores mas bajos de rendimiento lo obtuvieron blanco blandito y la Cruza 1, diferenciándose las Cruzas 2 y 3 según Tukey al 5 % con mayores rendimientos.

Se realizaron 118 polinizaciones manuales obteniéndose, luego del secado, seleccionado y desgrane, 0.8 kg de semilla del Sintético de líneas S1 blanco harinoso.

2003-2004

En el Cuadro 16, se muestran los promedios y estadísticas generales de las principales variables agronómicas de 6 materiales de maíz blanco harinosos bajo infección artificial. No existieron diferencias estadísticas para las variables evaluadas, excepto para tipo de grano, porcentaje de pudrición de mazorca y rendimiento.

La Cruza 1 ocupó el primer rango (según Tukey al 5%) y el puntaje más alto en cuanto a valor agronómico con 3.5; mientras que INIAP-102 obtuvo la mejor calificación con 2.5. La enfermedad foliar prevalente fue roya (*Puccinia sp.*) y Aychasara (ECU-13235) fue el material que presentó mayor incidencia de la misma con una calificación de 3, mientras que INIAP-102 presentó resistencia a la enfermedad con un valor de 1.

El mayor porcentaje de pudrición de mazorca bajo inoculación artificial y ocupando el primer rango según Tukey (5%) lo presentó la variedad INIAP-102 con 61% de pudrición, mientras que los valores más bajos y en diferentes rangos lo presentaron Aychasara (ECU-13235) y Cruza 1 con 41 y 47% respectivamente. Estos valores confirman el mejoramiento en cuanto a resistencia a *F. moniliforme* de los materiales generados o introducidos por el Programa, ya que estos valores son muy similares a los obtenidos en el ciclo 2002-2003, donde el valor más alto de pudrición de mazorca se observó en el testigo INIAP-102 con 59%, el mismo que ocupó el rango más alto (según Tukey al 5%), y las Cruzas 1, 2 y 3 presentaron valores y rangos inferiores entre 40 y 54% de pudrición (Zambrano *et al.*, 2003).

En cuanto a rendimiento, Aychasara (ECU-13235) obtuvo el primer rango según Tukey (5%) con 4.8 t/ha, seguido por INIAP-102, RIs1Bh y Cruza 2 con 3.7; 3.5 y 3.4 t/ha respectivamente.

Cuadro 16. Promedios y estadísticas generales de las principales variables agronómicas de 6 materiales de maíz blanco harinosos bajo infección artificial EESC, 2003-2004

Cultivar	Altura planta (cm)	Valor Agro. (1-5)	<i>Puccinia</i> (1-5)	Tipo grano (1-5)	% Pud. mazorca	Rend. (t/ha)
Cruza 1	142	3.5	2	3.0 ab ¹	47 bc	2.5 b
Cruza 2	143	2.8	2	2.7 bc	58 ab	3.4 ab
Cruza 3	143	3.2	2	3.0 ab	57 ab	2.7 b
Aychasara (ECU-13235)	145	3.3	3	3.5 a	41 c	4.8 a
RIs1Bh	145	3.0	2	3.0 ab	59 ab	3.5 ab
INIAP-102	155	2.5	1	2.0 c	61 a	3.7 ab
Promedio	146	3.1	2	2.9	53.9	3.5
Sig. ADEVA	Ns	Ns	Ns	**	**	**
C.V. (%)	10.1	17.3	20.8	8.2	7.8	16.3

1: Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey (5%).

** Diferencias significativas al 1%, Ns. Diferencias no significativas.

La primera evaluación participativa se la realizó el 28 de marzo del 2004 con la presencia de 13 agricultores (9 mujeres y 4 hombres), mientras que la evaluación de cosecha se realizó el 11 de julio del 2004 con los mismos agricultores, aunque solo asistieron 11 (7 mujeres y 4 hombres). Los resultados de los principales criterios utilizados para la evaluación en floración y a la cosecha se observan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Criterios favorables, desfavorables y orden de importancia de productores para evaluar 7 variedades de maíz suave en floración y a la cosecha. Punín, Riobamba, 2004

Criterios favorables en floración			Criterios desfavorables en floración		
Criterio	Frecuencia	Importancia	Criterio	Frecuencia	Importancia
Buena sanidad foliar	28	1	Hojas enfermas	20	1
Buena altura de planta*	22	2	Caña delgada	13	2
Caña gruesa	20	3	Hojas pequeñas	9	3
Mazorca gruesa	19	4	Plantas muy bajas	9	3
Criterios favorables a la cosecha			Criterios desfavorables a la cosecha		
Poca pudrición de mazorca	35	1	Grano menudo (pequeño)	22	1
Grano grande, grueso	31	2	Mazorcas podridas	17	2
Color blanco del grano	15	3	Mazorca pequeña	17	2
Mazorca grande	12	4	Grano amorochado	13	3

* Plantas de entre 1,70 a 1,80 m. de altura

Los criterios más utilizados por los productores en floración estuvieron relacionados con la sanidad foliar y el grosor de la caña (tallo de la planta). En el ensayo se observó una alta incidencia de enfermedades foliares, siendo roya (*Puccinia sp.*) la que predominó, mientras que el grosor de la caña tuvo relación con la capacidad de asociar los materiales con el cultivo de fréjol.

A la cosecha predominaron los criterios de sanidad de mazorca y los relacionados con el tipo de grano (tamaño, color y textura).

En el Cuadro 18 se observan a las variedades que resultaron con mayor puntaje y los principales criterios de aceptabilidad de los productores en las evaluaciones de plantas en floración y de mazorcas a la cosecha

Cuadro 18. Variedades de maíz con mayor puntaje y los principales criterios de aceptabilidad de los productores en las evaluaciones de plantas en floración y de mazorcas a la cosecha. Punín, Riobamba, 2004

Orden / (Puntaje)	Variedad	Criterios de mayor aceptabilidad
EVALUACION PARTICIPATIVA EN FLORACION		
1 (65)	Cruza 3	El 100 % de los agricultores lo calificó de bueno, debido a la altura de planta, grosor de caña, sanidad foliar, uniformidad y tamaño de mazorca.
2 (61)	INIAP-102	El 85% de los agricultores lo calificó de bueno, debido a la altura de planta, sanidad foliar, grosor de caña y prolificidad.
3 (59)	Cruza 2	El 77% de los agricultores lo calificó de bueno, debido a la altura de planta, grosor de tallo, sanidad foliar y tamaño de mazorca.
7 (34)	Testigo local	El 46% de los agricultores lo calificó de malo y el 15% de regular, debido a su porte bajo, desuniformidad, caña delgada y planta tardía.
EVALUACIÓN PARTICIPATIVA A LA COSECHA		
1 (50)	Aychasara (ECU-13235)	El 100% de los agricultores lo calificó de bueno por su tamaño grande de mazorca y grano, buen rendimiento y resistencia a pudrición de mazorca.
2 (46)	INIAP-102	El 80% de los agricultores lo calificó de bueno por su color de grano blanco harinoso y buen rendimiento.
3 (40)	Cruza 3	El 60% de los productores lo calificó de bueno por su tamaño de grano y mazorca, buen rendimiento y resistencia a pudrición de mazorca.
7 (18)	Testigo local	El 60% de los agricultores lo calificó de malo y el 40% de regular debido a su poco rendimiento y susceptibilidad a la pudrición de mazorca.

En todas las evaluaciones participativas el testigo local ocupó el último lugar en preferencia, mientras que la Cruza 3 en floración y Aychasara (ECU-13235) en la cosecha ocuparon los primeros lugares de preferencia con el 100% de aceptación de los agricultores evaluadores.

En el Cuadro 19 se observan los promedios y estadísticas generales de 7 variedades de maíz con sus principales características agronómicas. El análisis de varianza indicó que existieron diferencias significativas entre los materiales para todas las variables evaluadas, excepto altura de planta y mazorca. El mejor puntaje para valor agronómico lo obtuvo Aychasara (ECU-13235) con 2, seguido de la Cruza 3 con 2.2; mientras que el testigo local ocupó el último rango (según Tukey 5%) con 3.3.

En enfermedades foliares, Aychasara (ECU-13235) presentó el más alto valor de infección para roya (3), lo cual indica según la escala CIMMYT (1985), que las pústulas se encontraron en hojas superiores a la hoja de la mazorca, mientras que en la mayoría del resto de variedades evaluadas obtuvieron un valor de 1, que indica que la enfermedad no se presentó. En cuanto a tipo de grano, las mejores calificaciones la obtuvieron INIAP-102 y el testigo local debido al grano grande, blanco y harinoso, mientras que Aychasara (ECU-13235) obtuvo el valor más alto debido al grano aplanado y pálido.

El valor más alto de pudrición de mazorca a libre infección lo obtuvo el testigo local con 19% de pudrición, mientras que el resto de variedades presentaron valores bajos de entre 3 y 8%. El más alto rendimiento y primer rango según Tukey 5% lo obtuvo Aychasara (ECU-13235) con 3.2 t/ha, seguido con 2.4 t/ha de la Cruza 3. Los valores de rendimiento más bajos lo obtuvieron Cruza 1 y Cruza 2 con 1.6 y

1.7 t/ha respectivamente, aunque no se diferenciaron estadísticamente según Tukey al 5% del testigo local que produjo 1.8 t/ha.

Cuadro 19. Promedios y estadísticas generales de 7 variedades de maíz para 6 características agronómicas. Punín, Riobamba, 2004

Cultivar	Altura planta (cm)	Valor Agro. (1-5)	Roya (1-5)	Tipo grano (1-5)	% Pud. mazorca	Rend. (t/ha)
Cruza 1	158	3.2 ab ¹	1 b	3.0 ab	5 b	1.6 b
Cruza 2	163	2.8 abc	1 b	3.0 ab	3 b	1.7 b
Cruza 3	187	2.2 bc	1 b	2.7 bc	6 b	2.4 ab
Aychasara (ECU-13235)	168	2.0 c	3 a	3.2 a	3 b	3.2 a
Rls1Bh	168	2.8 abc	2 b	3.0 ab	7 b	2.2 ab
INIAP-102	187	2.3 abc	1 b	2.5 c	8 b	2.4 ab
Testigo local	158	3.3 a	1 b	2.5 c	19 a	1.8 b
Promedio	170	2.7	1	2.8	7.4	2.2
Sig. ADEVA	Ns	**	**	**	**	**
C.V. (%)	8.6	14.9	21.3	5.7	52.1	19.3

1: Medias seguidas de la misma letra no se diferencian estadísticamente según Tukey (5%).

** Diferencias estadísticas significativas al 1%, Ns Diferencias no significativas.

Conclusiones y Recomendaciones

1997-1999

- Se identificaron tres especies de *Fusarium*: *F. moniliforme*, *F. subglutinans* y *F. graminearum*; *F. moniliforme* es la especie de mayor distribución en los sitios muestreados.
- Por la alta incidencia de *F. moniliforme*, en las provincias de Chimborazo e Imbabura, deben ser consideradas como sitios para realizar una selección natural.
- Las técnicas de palillo o mondadientes y pica-hielo con esponja son las más eficientes; pero, por ser de fácil manejo y económica se sugiere utilizar la segunda.
- En cuanto a fechas de inoculación, la más adecuada esta entre periodos de 13 y 19 días después de la emisión de los estigmas.
- Para la evaluación de la mazorca infectada se puede usar indistintamente cualquiera de las dos escalas estudiadas; pero, por el menor tiempo de aplicación y por ser universal se sugiere la escala CIMMYT.
- Las cepas más patógenas fueron los aislamientos 4 y 5 pertenecientes al cantón Otavalo-Imbabura y cantón Quito-Pichincha. Otras cepas patógenas

son los aislamientos 10 y 3 que fueron recolectados en el cantón Chimbo-Bolívar y cantón Ibarra-Imbabura.

2000-2002

- No existió diferencias estadísticas entre tratamientos (concentraciones) pero, con la concentración de 500.000 conidias/cc se obtuvo el mayor porcentaje de infección en el grano de maíz, siendo esta concentración la utilizada en el CIMMYT por lo que se recomienda su utilización.
- Las cuatro cruzas generadas por el Programa de Maíz solo en F1 presentaron buenos niveles de resistencia a F. moniliforme comparados con los progenitores harinosos, debido principalmente a la textura del grano mayoritariamente amorochado.
- De las cuatro cruzas harinosos que se avanzaron a F2, únicamente la Cruza 2 demostró una resistencia considerable a pudrición de mazorca y mejor rendimiento que el progenitor Pob. Blanco Blandito en todas las evaluaciones realizadas, mientras que las Cruzas 1 y 3 no demostraron mayor resistencia ni rendimiento con respecto al progenitor harinosos SGG.
- El intercambio y evaluación de germoplasma entre Países Andinos es muy importante ya que pueden representar una fuente de resistencia a la pudrición de mazorca o solucionar algunas de las limitantes similares que existen en nuestros Países, aunque afecten la textura y el tamaño de los granos harinosos locales.
- Los criterios de selección favorables y desfavorables más empleados por los agricultores (as) en las evaluaciones participativas fueron: grano grueso y delgado – amorochado, en la evaluación de semilla; buena altura de planta y hojas enfermas, en estado de choclo y de nuevo grano grueso y elevada pudrición de mazorca a la cosecha.
- En San José de Minas los productores seleccionaron y decidieron volver a evaluar en parcelas más grandes a los materiales Aychasara (ECU-13235) y Cruza 2 por considerarlos promisorios para la localidad debido al buen rendimiento, tipo de grano y resistencia a pudrición de mazorca y enfermedades foliares.
- El Programa de maíz continuara con el mejoramiento de los materiales: ODA 1 y Aychasara (ECU-13235), y Cruza 2, quienes presentaron los mayores rendimientos y menores porcentajes de pudrición de mazorca, bajo el esquema de investigación participativa, ya nos demuestra hasta que punto los productores estarán dispuestos a sacrificar el tamaño del grano harinoso por rendimiento y resistencia a pudrición de mazorca. Estos materiales servirán como donantes de genes de resistencia a los cultivares locales tradicionales de la sierra del Ecuador.

- Por el tipo y textura del grano de los materiales Cruza 2 y Aychasara (ECU-13235) es posible que gusten a los productores del centro y sur de la sierra, quienes poseen maíces con características de grano similares. Se debe tener en cuenta al momento de seleccionar nuevos materiales a las variables tipo de grano, porcentaje de pudrición mazorca, enfermedad foliar y rendimiento en las evaluaciones que realice el Programa ya que están correlacionadas con algunos criterios que tienen los productores para seleccionar uno u otro material.

2000-2003

- El evaluar la resistencia de las cruzas generadas mediante inoculación artificial permitió diferenciarlos del material progenitor y testigo blanco blandito, ya que a libre infección no existieron diferencias estadísticas para ninguna de las variables evaluadas.
- En campo experimental se ha comprobado las ventajas de las Cruzas 2 y 3 con respecto al progenitor y testigo, al demostrarse estadísticamente que frente a la presencia del patógeno rinden más y resisten mejor a la pudrición de mazorca.
- La pudrición de mazorca no solo merma el rendimiento sino el tipo de grano y aspecto de mazorca, lo que repercute directamente en la calidad y precio del producto final, sin considerar el daño que podría causar a los animales domésticos por la ingestión de micotoxinas.
- El Programa de Maíz ha desarrollado un sintético de maíz de grano blanco harinoso con resistencia a *F.moniliforme*.
- El sintético se evaluará con productores en 2 localidades, en la Provincia de Chimborazo y EESC a libre infección y mediante inoculación artificial.

2003-2004

- Se confirmó la resistencia a *F.moniliforme* de las cruzas de grano blanco harinoso generadas por el Programa y Aychasara (ECU-13235) en comparación con la variedad comercial INIAP-102.
- Todas las variedades evaluadas presentaron mejor resistencia a pudrición de mazorca que el testigo local, lo que demuestra una mayor resistencia de los cultivares mejorados.
- Aychasara (ECU-13235) obtuvo el mayor rendimiento y la mejor resistencia a pudrición de mazorca, aunque presentó altos valores de incidencia de roya y tipo de grano.
- Los agricultores decidieron evaluar nuevamente a los materiales Aychasara (ECU-13235), Cruza 3 e INIAP-102 por considerarlas promisorias para la

zona, ya que fueron estas quienes obtuvieron mayor rendimiento y resistencia a pudrición de mazorca en comparación con el testigo local "tusilla" y alcanzaron los mayores puntajes en las evaluaciones participativas en floración y cosecha.

Bibliografía

- Ashby, J. 1993. Manual para la evaluación de Tecnologías con Productores. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). IPRA. Cali, Colombia. 102p.
- Céspedes, L. 1992. Evaluación de seis técnicas de inoculación artificial de *Fusarium spp* en dos variedades de maíz (*Zea mays L.*). Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias agrícolas, U.M.S.S.
- CIMMYT, 1985. Manejo de Ensayos e Informe de datos de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México DF, México. 24p.
- CIMMYT, 1988. Maize production regions in developing countries. CIMMYT. Maize Program, CIMMYT, El Batán, México. 137 p.
- Changu, C. y Mather, D.E. 1996. Comparison of techniques for inoculating maize silk, kernel, and cob tissues with *Fusarium graminearum*. Plant dis. 80:81-84.
- Chavez, A, Medina, A, Injante, P y Abanto, W. 1998. Resistencia duradera en maíz de altura de Perú. En Segundo Taller de PREDUZA en Resistencia Duradera en Cultivos Altos en la Zona Andina. Cochabamba – Bolivia. pp. 104-111.
- De Leon, C. 1984. Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo (CIMMYT), Tercera edición. El Batán – México 114 p.
- Dobronski, J, Silva, E. y Vasquez, J. 1998. Control del gusano de la mazorca del maíz mediante el uso de aceite vegetal. Plegable Divulgativo No 166. INIAP - COSUDE. Quito – Ecuador.
- FAO. 2002. Estadísticas FAOSTAT, Nutrición, Food Balance. 2001. <http://www.fao.org>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuicultura y Pesca Del Ecuador, 2005. Resultados Nacionales y Provinciales de producción y superficie cosechada de maíz (en línea). Quito, Ecuador. Consultado 28 de marzo del 2007. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agro/docs/CUADRO1_Ecuador_estimación_de_la_superficie%202005.htm
- INIAP, 1991. Informe Anual Técnico. Departamento de Fitopatología, Estación Experimental Santa Catalina. Quito- Ecuador. 94 p.

- , 1985 Informe Anual Técnico. Departamento de Fitopatología, Estación Experimental Santa Catalina. Quito- Ecuador. 110 p.
- Medina, A. 1999 Método y época de inoculación de *Fusarium moniliforme* en maíz en Perú. Memorias del Tercer Taller de PREDUZA en Resistencia duradera en Cultivos Altos en la Zona Andina. Cochabamba – Bolivia. pp 104-109
- Mora, E. 1998 Identificación de especies de *Fusarium* en el Ecuador. Memorias del Segundo Taller de PREDUZA en Resistencia Duradera en Cultivos Altos en la Zona Andina. Cochabamba-Bolivia pp127-130
- NASH, S and SNYDER, WC. 1962 Cuantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. *Phytopathology* 52: 567-572
- Nelson, P; Tousson, T and Marasas, W. 1983 "Fusarium spice" The Pennsylvania State University Press. 134 p.
- Silva, E; Vásquez, J; Dobronski, A; Heredia, J Y Mora, E. 1998. Cruzamientos entre poblaciones locales y materiales con resistencia a *Fusarium*, en Informe anual de Subproyectos PREDUZA. Daniel L. Danial, 1999. Quito, Ecuador. pp 93-94.
- Silva, E; Vásquez, J; Mora, E y Heredia, J. 1999. Patogenicidad de *Fusarium spp.* En maíz en Ecuador, en Informe anual de Subproyectos PREDUZA. Daniel L. Danial, 2000. Quito, Ecuador. pp 9-11.
- Treholm, H.L. et. al. 1990 La reducción de micotoxinas en alimentos para animales. Publicación 1827. Agricultura del Canadá.- - Ottawa. 25p.
- Yáñez, D.; Zambrano, J.; Caicedo, M.; Sánchez, H.; Heredia J. 2003. Catálogo de Germoplasma de Recursos Genéticos de Maíces de Altura Ecuatorianos. Programa de Maíz. EESC-INIAP. Quito, Ecuador.
- Zambrano, J; Yáñez, C y Mora, E. 2003. Desarrollo de maíces blancos harinosos con resistencia a la Pudrición de Mazorca en Ecuador. En Agro-biodiversidad y producción de semilla con el sector informal a través del mejoramiento participativo en la Zona Andina, 22-26 de Septiembre del 2003, Lima-Perú. Daniel L. Danial, ed. 217 páginas.