

XII REUNION DE MAICEROS DE LA ZONA ANDINA

MEMORIAS



Quito — Ecuador
29 de Septiembre al 3 de Octubre de 1986
Eloy Alfaro y Amazonas Teléfonos: 230 - 354
Casilla No. 2600 230 - 355



INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

I N T R O D U C C I O N

En la sesión de clausura de la XI Reunión de Maiceros de la Zona Andina y II Latinoamericana de Maíz realizada en Palmira, Colombia, del 2 al 7 de diciembre de 1984, se decidió que la nueva sede para la Reunión de Maiceros de la Zona Andina sea el Ecuador.

El país acogió esta responsabilidad por intermedio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el cual organizó la XII Reunión de Maiceros de la Zona Andina del 29 de septiembre al 4 de octubre de 1986, en las Estaciones Experimentales del INIAP, "Santa Catalina" y "Pichilingue".

A esta cita acudieron científicos de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, México, Paraguay, Perú y Venezuela quienes presentaron los resultados de las investigaciones efectuadas en sus respectivos países. Este intercambio de experiencias en los diferentes campos de la investigación del maíz (Zea mays L.) constituyó un acontecimiento científico, gracias al alto nivel técnico de los trabajos presentados.

El Comité Organizador, el CIMMYT y el INIAP, tienen la satisfacción de poner al alcance de los investigadores del Maíz, las Memorias de la XII Reunión de Maiceros de la Zona Andina, en ellas se encuentran recopilados los trabajos presentados, constituyendo un documento idóneo de consulta para los investigadores dedicados al cultivo del maíz.

Ing. Juan Gerardo Vega V.

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

ESTUDIOS DEL "VOLCAMIENTO DEL MAÍZ", EN SANTA CATALINA

I N I A P

José Unda *
Hugo Orellana *
Consuelo Estévez *

RESUMEN

La enfermedad "volcamiento del maíz" ocasionalmente reviste caracteres de alta importancia en la producción de esta gramínea en la región interandina del Ecuador. Bajo condiciones medioambientales favorables, su ataque puede disminuir los rendimientos hasta en el 60% en variedades susceptibles.

En el laboratorio e invernadero de la Estación Experimental "Santa Catalina"—INIAP, se llevó a cabo un experimento para identificar el agente causal de la enfermedad, y para encontrar fuentes de resistencia a su ataque.

Se realizaron recolecciones del material enfermo de seis provincias y se separó con consistencia pequeñas colonias bacterianas de color blanco grisáceo, que resultaron ser el agente causal y correspondieron a *Erwinia chrysanthemi*.

La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad fue de 30°C, la concentración del inóculo adecuado fue de 0.68 unidades de densidad óptica.

Se efectuaron pruebas de patogenicidad de 33 líneas y/o variedades de maíz y se encontró que las siguientes fueron resistentes: Amarillo duro precoz "A", Amarillo duro precoz "B", Amarillo duro precoz (mezcla de familias), INIAP-125 e INIAP-153.

Posteriormente, se determinó en laboratorio, el comportamiento frente a la bacteria de 4 variedades y 8 líneas del material germoplásmico del Programa de Maíz.

Considerando como parámetros de resistencia la época de aparición de síntomas y el tamaño de la lesión, las variedades que mostraron mejor comportamiento fueron: INIAP-176, Pool 8, Canguil y Chulpi.

* Técnicos del Departamento de Fitopatología. Estación Experimental "Santa Catalina", INIAP. Apartado 340 Quito—Ecuador.

TABLA 4. ANALISIS DE VARIANCIA, ESTIMACION DE LA VARIANCIA GENETICA, HEREDABILIDAD Y COEFICIENTES DE VARIACION GENETICA PARA RENDIMIENTO DE LA AGRUPACIONES EN EL COMPLEJO PERUANO 5. (MOROCHO PRECOZ) 1/

FUENTES DE VARIACION	GRUPOS DE 5 FAMILIAS		GRUPOS DE 10 FAMILIAS		GRUPOS DE 20 FAMILIAS		CIEN FAMILIAS	
	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.
REPETICIONES	1	1566.5 ^{NS}		1566.5 ^{NS}	1	1566.5 ^{NS}	1	1566.5 ^{NS}
FAMILIAS	80	5599.5 ^{NS}	90	5478.3 ^{NS}	95	6736.2*	99	6732.2*
GRUPOS DE FAMILIAS	19	11506.4**	9	19282.2**	4	6659.8 ^{NS}		
FAM. (Total)x REPETICIONES	99	4808.5**	99	4808.5**	99	4808.5**	99	4808.5**
DETRON DE FAMILIAS	1800	1233.5	1800	1233.5	1800	1233.5	1800	1233.5
Variancia:		$\sigma^2_f = 39.55$		33.49		96.39		96.23
		$\sigma^2_f = 1630.53$		1624.47		1687.37		1687.22
Heredabilidad h^2 %		= 2.42		2.06		5.71		5.70
C. V. G. (%)		= 5.04		4.09		8.04		8.04

1/ Analisis de plantas individuales.

SUMMARY

"Lodging of maize" is a disease which occasionally reaches characters of great importance in the production of this crop in the highlands of Ecuador. Under favorable environmental conditions, its attack can provoke a yield reduction up to 60% in susceptible varieties.

An experiment was carried out in phytopathology laboratory and in the greenhouse of Santa Catalina Experimental Station to identify the causal agent of the disease known as "lodging of maize" to find the sources of resistance to its attack.

Some collections of the disease materials of 6 provinces, were made and small bacterial colonies of greyish color were separated with consistence; which in consequence was the casual agent and was identified as *Erwinia chrysanthemi*.

The optimum temperature for the development of the disease was of 30°C, the adequate inoculum concentration was of 0.68 units of optical density

Trials of pathogenicity in 33 lines and/or varieties of maize, were carried out and; the following ones were found resistant to *E. chrysanthemi*: Amarillo duro precoz "A", Amarillo duro precoz "B", Amarillo duro precoz (mixture of families), INIAP-125 and INIAP-153.

Later, in the laboratory, it was studied the behavior of 6 varieties and 8 lines of the germoplasm that handles the maize breeding Programa of INIAP, when infected with the pathogen. Taking into account as resistance parameters the time of appearance of symptoms and lesion size, it was found that: INIAP-176, Pool 8, Canguil and Chulpi performed better than the rest of material tested.

INTRODUCCION

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), es uno de los más importantes en el Ecuador tanto por constituir un alimento básico de la población, como por el área cultivada.

Entre las enfermedades que atacan al maíz, la conocida como "volcamiento del maíz" en ocasiones puede disminuir los rendimientos hasta en el 60%, en variedades susceptibles y en condiciones medioambientales favorables.

En algunas zonas maiceras de la provincia de Pichincha, en el año 1976, la enfermedad se presentó con caracteres alarmante y posteriormente se la detectó en las provincias del Carchi y Chimborazo, atacando a diferentes variedades de maíz, principalmente a aquellas de tipo blanco harinoso y amarillo harinoso.

En el país se desconoce la epifitología y método de control de la enfermedad, por lo cual es indispensable conocer aspectos relacionados con el patógeno y su interacción con el hospedante, así como también, la resistencia varietal de parte del material germoplásmico del Programa de Maíz.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina, a partir del año 1980.

Se exploraron algunas zonas de la región interandina y se obtuvieron muestras del material enfermo de las siguientes provincias: Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua y Chimborazo.

AISLAMIENTO

Para el aislamiento se cortaron pequeñas secciones (2 x 1 cm) y se sumergieron en agua estéril por dos horas, para luego sembrarlas en Agar—Nutritivo y mantenerlos a 28°C por 48 horas.

Para las pruebas de patogenicidad, se inoculó la suspensión bacteriana en tallos y canutos de maíz, con 10 suspensiones a diferentes concentraciones. El material inoculado se sometió a dos rangos de temperatura: 20 y 32°C.

IDENTIFICACION

Características morfológicas

Se realizaron las siguientes observaciones: forma, dimensiones, tinción de Gram, movilidad y presencia de flagelos.

Características culturales

El Agar nutritivo y medio selectivo para especies de *Erwinia* y producción de pigmentos en medio Levadura—dextrosa Carbonato de Calcio.

Características fisiológicas y actividad bioquímica

La diferenciación del metabolismo de carbohidratos fermentativos se realizó en el medio de Hugh y Leifson con glucosa. En el medio peptonabromo—cresol púrpura se examinó la producción de ácido en: XILOSA, LACTOSA, MALTOSA, INOSITOL, CELOBIOSA, ARABINOSA, DEXTRINA, MANITOL y SORBITOL. En el mismo medio y con tubos Durham, se determinó la capacidad de producir gas en glucosa.

Las pruebas sobre la producción de gelatina, proteinasa, catalasa, indol, licuación de pectatos y reducción de sustancias de sucrosa, se efectuaron de acuerdo con las descripciones dadas por Dye y otros. Además de las características anteriores se determinó la producción de lecitinasa, utilización de malonato, tartrato y producción de citrasa.

La reacción de hipersensibilidad se efectuó en plantas de *Nicotiana tabacum*.

RESITENCIA VARIETAL

Se consideró importante buscar fuentes de resistencia, en base al tamaño de la lesión, época de aparición de síntomas y marchitamiento. Se evaluaron 33 líneas y/o variedades, de cada una de los cuales, se tomaron cinco plantas ((un testigo fue inoculado con agua estéril y las cuatro restantes con la bacteria (0.05 x 10⁹ cel/ml)).

Se registró el tamaño de la lesión luego de 20 días de la inoculación.

La inoculación se realizó en canutos centrales de plantas de maíz de 2 meses de edad, cuyos extremos fueron sellados con parafina. En el centro del canuto, con un sacabocado No. 2, se perforó el tallo y en el orificio se depositó 0.2 ml de una suspensión bacteriana (0.68 unidades de densidad óptica).

Los tallos así tratados, fueron almacenados en fundas de polietileno conteniendo papel humedecido. La inoculación se efectuó a 30 °C.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sintomatología

Los síntomas típicos que presenta la enfermedad son: flacidez del cogollo con marchitamiento completo de los tejidos foliares; secamiento y muerte de la planta. En el tallo se presenta una pudrición "aguachenta" de olor fétido, sintomatología que concuerda con la descrita por varios investigadores para esta enfermedad causada por *Erwinia chrysanthemi* (16, 27).

Identificación

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en las observaciones y diversas pruebas bioquímicas realizadas, para identificar el agente causal de la enfermedad "Volcamiento del maíz".

De acuerdo a la comparación de las características de la bacteria en estudio, con las propiedades de *Erwinia chrysanthemi* impartidas por el Manual de Bergey, y las reportadas por Victoria y otros (14, 4, 27) (Cuadro 1), se desprende que, el agente causal del "Volcamiento del maíz", está ubicado en la Parte 8 del Manual de Bergey (4), concerniente a bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos. Pertenece a la Familia I Enterobacteriaceae, Tribu V, Erwiniae, Género XII Erwinia, Especie chrysanthemi.

Resistencia

De los tipos de maíz evaluados (Cuadro 2), únicamente en ciertas líneas de los "duros precoces" se encontró fuentes de resistencia a *E. chrysanthemi*. La resistencia fue estimada en base a tres criterios relacionados directamente con el proceso infectivo. A pesar de que la magnitud de la lesión es el de mayor importancia, se consideró necesario tomar en cuenta la época de aparición de síntomas y de marchitez; ya que, hubieron ciertas variedades que se infectaron en periodos breves y se marchitaron en épocas cortas, versus otras que murieron tardíamente o no lo hicieron, como los: amarillo duro, duro precoces INIAP-125, INIAP-153, etc.

Todo el material que se marchitó hasta los 18 días, que presentó síntomas hasta las 144 horas, y que naturalmente por haberse marchitado presentó porcentajes de infección del 100% fue clasificado como susceptible. En esta categoría se encuentran 28 variedades (84.8%). Las de mayor susceptibilidad fueron aquellas como la Blanco harinoso precoz, Compueto precoz harinoso blanco, Cacahuazintle Selección Ecuador, Compuesto Amarillo harinoso, etc., que se infectaron y marchitaron con mayor prontitud, Variedades como la ICA V 507, Compuesto Nacional Tolerante al frío x INIAP-125; INIAP-128; Morocho Penipe y Compuesto Grande Grande, que se marchitaron en época tardía (15-18 días), deben considerarse como menos susceptibles.

Únicamente se catalogó como resistente a cinco variedades: Amarillo duro precoz "A", Amarillo duro precoz "B", Amarillo duro precoz (mezcla de familias), INIAP-125 e INIAP-153.

Posteriormente, en una nueva evaluación la respuesta del material genético fue diferencial habiéndose determinado desde resistencia hasta completa susceptibilidad manifestada por la pudrición total del canuto tratado, (Cuadro 2). Existió cierto material como el POOL 7 y Canguil, que presentaron síntomas del ataque de la bacteria al séptimo día de la inoculación, en tanto que, INIAP-101 y el material del POOL 1 y POOL 3, se infectaron a partir del tercer día. En INIAP-176, POOL 4, POOL 6, POOL 7, POOL 8, Canguil y Chulpi, el tamaño de las lesiones se estabilizó luego de alcanzar determinadas dimensiones, mientras que, en el resto del material se incrementó hasta podrir el canuto. Con excepción del POOL 2 y POOL 5, las variedades y líneas que se infectaron más tardíamente, fueron los que más resistieron al ataque de *E. chrysanthemi* y no llegaron a podrirse. Las variedades que mostraron finalmente mejor comportamiento fueron las que a continuación se enuncian: INIAP-176, POOL 7, POOL 8, Canguil y Chulpi.

CUADRO 1. Características morfológicas, fisiológicas y actividades bioquímicas del agente causal del "Volcamiento del Maíz", comprobadas con las de *Erwinia chrysanthemi*

Características	AISLAMIENTO	BERGEY (4)	VICTORIA (27)
Forma	Bacilar	+	+
Tamaño	1 x 2 u.	+	+
Tinción de Gram	negativa	+	+
Flagelación	peritrica	+	+
Movilidad	movil	+	+
Colonias en AN.			
Forma	circular		+
Tamaño	+ 1000 u		
Bordes	enteros		+
Superficie	lisa		+
Elevación	levantada		+
Color	blanquecino		+
Características fisiológicas y actividades bioquímicas			
Requerimientos de oxígeno Anaeróbica			+
Catalasa	+		
Lecitinasa	+		
Glucosa	gas		+
Lactosa	ácido		+
Maltosa	ácido		+
Rafinosa	ácido	d	+
Celobiosa	ácido	+	+
Dextrina	dudosa	ácido	
Inositol	ácido	-	-
Arabinosa	ácido	+	
Xilosa	ácido	+	+
Salicina	ácido	+	
Licuação de gelatina	+	+	+
Degradación de pectados	+	+	+
Producción Indol	+	+	+
Reducción de substancias de sucrosa	+	+	+
Pigmento azul de difusible	+	+	+
Medio selectivo	+	+	+
Utilización de malonato	+	+	+
Utilización de tartrato	+	+	+
Utilización de citrato	+	+	+

CUADRO 2 Variedades y/o Líneas de maíz que se utilizaron en el presente estudio, para determinar su reacción al agente causal del "Volcamiento del maíz"

No. VARIEDADES/LINEAS	TIPO
1. Blanco Harinoso	Suave
2. Blanco Harinoso precoz	Semiharinoso
3. Compuesto Grano Grande	Suave
4. Blanco Harinoso precoz	Suave
5. Compuesto Cacahuzintle	Suave
6. Compuesto Harinoso precoz Blanco	Suave
7. INIAP 126	Suave
8. Cacahazintle Selección Ecuador	Suave
9. Compuesto Cacahuazintle x San Jerónimo	Suave
10. Cavahazintle x San Jerónimo	Suave
11. Compuesto precoz harinoso Blanco	Suave
12. Compuesto Grano Grande	Semiharinoso
13. INIAP 153 Blanco morocho tardío	Semiharinoso
14. INIAP 151	Semiharinoso
15. Morocho Penipe	Semiharinoso
16. Morocho de altura (Penipe)	Semiharinoso
17. MB 512 x MB 56	Suave
18. Compuesto Amarillo harinoso	Suave
19. INIAP 101	Suave
20. INIAP 128	Suave
21. San Agustín	Suave
22. Compuesto Nacional tolerante al frío	Suave
23. Compuesto Nacional tolerante al frío x INIAP 128	Suave
24. Compuesto Nacional tolerante al frío x INIAP 125	Suave
25. Marañón x (Amarillo x Chillos)	Suave
26. INIAP 176	Duro
27. INIAP 178	Duro
28. INIAP 176 x Pool 4B	Duro
29. ICA V 507	Suave
30. Amarillo duro precoz "A"	Duro
31. Amarillo duro precoz "B"	Duro
32. Amarillo duro precoz (mezcla de familias)	Duro
33. INIAP 125 amarillo harinoso tardío	Suave

LITERATURA CITADA

- AMERICAN PHYTOPATOLOGICAL SOCIETY, 1976, *A compendium of Corn diseases Reprinted 1976*, Minnesota, The American Phytopathological Society Inc. pp. 64.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, 1977, *Corn and Corn Improvement*, Edited by G.F. Sprague, II Ed. Agronomy No. 18, Madison, Wisconsin, USA, P. 774.
- BLAZEVIC, D. and EDERER, G. 1975, *Principles of Biochemical test in diagnostic microbiology.*, John Wiley and Sons.
- BUCHANAN, R. E. and GIBBONS, N. E., 1974, *Bergey's Manual of determinative Bacteriology 8th Edition*. Baltimore, The Williams and Wilkins Co. 1268 p.
- CABRALES, L.A. 1972, *Bacteriosis del maíz en el valle de Toluca, México, Tesis M.S. Chapingo, Ena, C.P.* 80 p.
- HINGORANI, M. R., GRANT, V.J., and SINGH, N., 1959, *Erwinia carotovora t. sp zea, a destructive pathogen of maize in India. Indian Phytopatho* 12: p. 151-157.
- HUNG, R. and LEIFSON, E. 1953, *The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolism of carbohydrates by various Gram negative bacteria, J. Bacteriol*, 66 p. 24-26.
- HOPPE, P.E. and KELMAN, A. 1969, *Bacterial Top and Stalk rot disease of corn in Wisconsin, Plant Dis.Repter* 53 (1), p. 66-70.
- KADO, C.I. and HESKETT, M.G. 1970, *Selective media for isolation of Agrobacterium, Erwinia, Pseudomonas and Xanthomonas, Phytopathology* 60 (6) p. 936-976.
- LACY, G.; HIRANO, S.; VICTORIA, J.; KELMAN, A. and UPPER, C. 1979, *Inhibition of soft rotting Erwinia sp. strains by 2,4 dihydroxy 7 methoxy 2H-1,4-benzoxazin-3 (4H)- one in relation to their pathogenity on zea mays Phytopathology* 69 (7). p. 757-763
- LUND, B. 1975. *Formation of reducing sugars from sucrose by Erwinia species, J. Gen. Microbial*, 8 p. 367-371
- MANRIQUE, B. y VILLEGAS, M.B. *Manual de laboratorio microbiología general, Universidad Nacional Agraria*, p. 131.
- OTTA, J.D. and WOOD, L.S. 1977, *Occurrence in South Dakota of a Bacterial stalk rot of corn caused by Erwinia chrysanthemi. Plan. Dis Repter* 61 (7). p. 536-537.
- SINHA, S.K. 1965, *Stalk rot of maize caused by Pseudomonas lapsa (Ark) Starr and Burk. Indian Phytopath. Soc. Bull.* 3 p. 11-13.
- SIMMONS, J.S. 1926, *A culture medium for differentiating organisms of the typhoid-colon-aerogenes groups. J. Infect. Dis.* 39 p. 209-214

- SOCIETY OF AMERICAN BACTERIOLOGISTS, 1957, *Manual of microbiological methods*, New York, Mcgraw Hill Book Co., p. 315.
- THIMANN, V.K. 1955, *The life of bacteria*, 1st ed, New York, The Macmillan Co. p. 775.
- THIND, B.S. and PAYAK, M.M. 1976, *A laboratory method for evaluating maize germoplasm to *Erwinia carotovora* var. *zeae** *Plant Dis. Repter* 60(5) p. 414–416.
- VICTORIA, J.; ARBOLEDA, F. y MUÑOZ, S. 1975, *La pudrición suave del tallo del maíz (*Zea mays* L.), en Colombia*, *Noticias Fitopatológicas (Colombia)*, 4 (2) p. 210.
- WHITE, J.N. and STARR, M.P. 1971, *Glucose fermentation and products of *Erwinia* sp. and other enterobacteria*, *J. Appl. Bacteriol*, 34(2). p. 459–475.
- CUPPELS, D. and KELMAN, A. 1974, *Evaluation of selective media for isolation of soft rot bacteria from soil and planta tissue*, *Phytopathology* 64(4) p. 468–475.
- DIFCO LABORATORIES. 1953, *Difco manual of hydrated culture media and reagents for microbiological and clinical laboratory proce*, 9th, edition, Detroit, Difco laboratories, p. 350.
- DYE, D.W. 1968, *A taxonomic study of genus *Erwinia* I. The "amylovora" group*, *New Zealand J. Sci.* 11 (4), p. 590–607.
- ECUADOR 1977, *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Departamento de Fitopatología, Informe anual*, p. 103.
- GOTO, M. 1979, *Dissemination of *Erwinia chrysanthemi*, the causal organism of bacterial foot rice*, *Plant. Dis. Repter*, 63(2) p. 150–152.
- , 1979, *Bacterial foot rot of rice caused by a strain of *Erwinia chrysanthemi**, *Phytopathology* 69 (3), p. 213–216.
- HARTMAN, J. R. and KELMAN, A. 1973, *An improved method for the inoculation of corn with *Erwinia* sp.* *Phytopathology* 63(6), p. 658–663.
- HARTMAN, J. R.; KELMAN, A. and UPPER C. 1975, *Differential inhibitory activity of a corn extract to *Erwinia* spp causing soft rot*, *Phytopathology* 65 (10), p. 1082–1088.