



PROCIANDINO

III SEMINARIO

MEJORAMIENTO PARA TOLERANCIA

A FACTORES AMBIENTALES

ADVERSOS EN EL CULTIVO DEL MAIZ

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA



BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA
PARA LA SUBREGION ANDINA
P R O C I A N D I N O

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA

III SEMINARIO

MEJORAMIENTO PARA TOLERANCIA A FACTORES
AMBIENTALES ADVERSOS EN EL CULTIVO DEL MAIZ

Quito, Ecuador
Septiembre 14 - 18, 1987

Editor:
B. Ramakrishna

IICA - Ecuador
Marzo, 1988

P R E S E N T A C I O N

Continuando con la programación del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina - PROCIANDINO, el Tercer Seminario Técnico correspondió al Subprograma II - Maíz y se desarrolló en la Estación Experimental "Santa Catalina", organizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP del Ecuador. El tema del Seminario fue el "Mejoramiento para Tolerancia a Factores Ambientales Adversos en el Cultivo del Maíz".

Los asuntos tratados en este evento fueron de alto contenido técnico y orientados hacia el campo de la investigación y transferencia de tecnología en el tema del Seminario. Entre los asuntos estudiados cabe mencionar: La selección para tolerancia al frío, a la sequía en el caso del maíz tropical y a la baja de disponibilidad de nitrógeno, el mejoramiento del maíz para su adaptación a suelos ácidos, adaptaciones morfológicas y fisiológicas en plantas de maíz sometidas a deficiencia de oxígeno en el suelo, y los efectos del exceso de humedad y altas temperaturas durante la floración de la planta de maíz. Asimismo, los participantes en el Seminario presentaron y analizaron los principales factores ambientales adversos que afectan la producción de maíz en cada uno de los países de la Subregión Andina.

Este documento recoge tanto las exposiciones de los conferencistas internacionales invitados al Seminario como de los técnicos nacionales de los países miembros del PROCIANDINO y, en alguna manera, refleja el arduo trabajo intelectual desarrollado en este evento.

En las conclusiones y recomendaciones del Seminario, es necesario destacar que además de las de carácter general, se presentan algunas que por su carácter específico pueden ser inmediatamente implementadas en los países y regiones que tienen problemas adversos a la producción de maíz. En este sentido, las recomendaciones cubren las áreas del mejoramiento genético y agronomía del maíz.

Las memorias de este Seminario se constituirán, sin duda alguna, en un permanente texto de consulta para los investigadores y extensionistas que trabajan en el cultivo de maíz, dado que en ellas están plasmados los resultados obtenidos luego de un largo proceso de investigación y experimentación de alto nivel.

Esta oportunidad es propicia para reconocer el papel fundamental que para la realización de este Seminario desempeñó la Estación Experimental "Santa Catalina" y la sede del INIAP, Institución encargada de la ejecución del PROCANDINO en el Ecuador. Del mismo modo, es necesario reconocer que la realización de este evento no hubiera sido posible sin la eficiente colaboración que se recibió de los profesionales del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT, de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria - EMBRAPA, y de la Universidad Nacional Agraria La Molina, quienes actuaron como profesores. Asimismo, del Coordinador Internacional del Subprograma II - Maíz del PROCANDINO, y de los profesionales de los países de la Subregión que participaron en el Tercer Seminario de este Programa Cooperativo.

Quito, marzo de 1988

Víctor Palma

Director del PROCANDINO

MEJORAMIENTO PARA TOLERANCIA A FACTORES AMBIENTALES
ADVERSOS

*Francisco Moreno A. **

La designación misma del presente Seminario involucra lo que se ha llamado "Problemática del cultivo". Por tanto, haré una exposición brevísima de los factores adversos del cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador.

A. Factores climáticos

Bajas temperaturas, por lo general concomitantes con la presencia de patógenos que dañan la planta recién emergida. Discutiremos más adelante este punto.

Irregularidades en la distribución de lluvias. Incrementar los sistemas de riego.

B. Suelo

(2.000 a 2.800 m de altitud).

Áreas marginales para el cultivo de maíz son aquellas que por su pronun-

* *Profesional Agropecuario, Programa de Maíz, Santa Catalina, INIAP, Ecuador.*

ciada pendiente (más del 12%) presentan erosión tanto hídrica como eólica.

C. Manejo del cultivo

Predomina el sistema tradicional de cultivo, lo que repercute en bajos índices de producción y productividad.

D. Riego y drenaje

El cultivo de maíz aprovecha, predominantemente, las aguas lluvias. El riego es restringido por falta de asistencia técnica y medios económicos.

E. Germoplasma

Cerca del 90% de las áreas maiceras son sembradas con variedades tradicionales, que, si bien cuentan con más aceptación comercial, sin embargo, son tardías. Tienen limitado rango de adaptación, son susceptibles a enfermedades y rinden poco.

F. Malezas

Reconocido factor adverso cuya resultante definitiva es la disminución del rendimiento. Debemos promocionar sistemas perfeccionados de labranza y uso de herbicidas.

G. Enfermedades

Pueden causar pérdidas económicas de consideración como consecuencia de pudriciones de la mazorca, vuelco por Erwinia y otras.

Debemos estudiar las correlaciones de enfermedades y nutrientes del suelo y aprovechar con más eficiencia la dotación de genes con que cuenta el maíz para conseguir resistencia.

H. Plagas

El maíz amiláceo es atacado especialmente por *Elicoverpa* y *Euxesta* en planta. El grano almacenado es atacado preferentemente por el gorgojo *Pagiocerus fiorii*.

Los ataques de pájaros y roedores al cultivo merecen estudiarse a fondo y tomarse medidas pertinentes.

I. Semillas

Se siente la urgente necesidad de promover una verdadera empresa de semillas.

J. Mecanización

Se ha extendido la utilización de maquinaria agrícola en los suelos con pendientes de hasta 12% para labores de preparación.

Falta mecanizarse las otras labores y la cosecha.

K. Insumos

Promover la utilización de crédito.

L. Mano de obra

Problema socio-económico que debe estudiarse en toda su amplitud. Conviene reemplazar la mano de obra por trabajo mecanizado?. Es la gran pregunta.

Debo puntualizar algunos aspectos.

El agricultor deposita la semilla en una cama de suelo convenientemente preparada. La calidad de la semilla está dada por varios factores como son la integridad del pericarpio, la edad, la resistencia a enfermedades de la plántula,

el daño por heladas y el método de secado. Se comprende la necesidad de poner nuestro máximo interés en el tratamiento de la semilla a fin de que esta no resulte con daños en el pericarpio, causados, muchas veces, por las desgranadoras mecánicas. Otro paso cuidadoso debe ser el de fijar la temperatura de secado del grano (40 - 43° C). La obtención, manejo, almacenaje y comercialización de semilla conforman toda una tecnología en la que no entraremos.

Empieza entonces la vida de la planta y los primeros, y quizás principales, problemas que afronta el nuevo ser se refieren a temperatura ambiental, presencia relativa de humedad y de sustancias químicas.

Temperatura y humedad

Una variedad específica de maíz está estrechamente relacionada con las temperaturas media, mínima y máxima, expresiones principales del clima.

El crecimiento y desarrollo normales con temperaturas relativamente bajas, supuesta la ausencia de microorganismos que pudren la semilla, se conoce convencionalmente como tolerancia al frío. Sin embargo, este mismo concepto puede involucrar además resistencia a enfermedades de la semilla y de la plántula, cuyos agentes patógenos no los hemos considerado muy seriamente y entre los que se pueden contar *Diplodia maydis*, *Gibberella zeae*, *Fusarium moniliforme* y otras más que son responsables de plántulas enfermas e incapaces de prosperar.

Uno de los problemas más serios que debe afrontar el cultivador de maíz es el ataque de insectos - plagas. Una pasta a base de Furadan (E.C.) y Arasan defiende al cultivo hasta cuando está de 10 - 12 cm de alto. Contra el gusano trozador hemos usado, con buenos resultados, el Thiodan.

Se sabe que la tolerancia al frío se manifiesta por una compleja interacción de componentes genéticos, integridad física de la semilla, presencia de patógenos, condiciones físico-químicas del suelo y otros.

En "Santa Catalina" hemos podido comprobar que existe un mecanismo genético para resistencia al frío, en base del cual, algunos años atrás, fue posible

seleccionar la población que se llamó "Compuesto Nacional Tolerante al Frío", el que se comportó además con buen rendimiento.

Los materiales genéticos tardíos disponen de una fisiología más adecuada para utilizar mejor la energía luminosa, ya que permanecen verdes por mayor tiempo en los parajes fríos de la Sierra del Ecuador, por tanto, su trabajo fotosintético encaminado a formar el producto final es más eficiente. Creemos que dentro de poblaciones como estas es posible seleccionar plantas más precoces adaptadas a grandes altitudes y con cierta tolerancia al frío.

El Cuadro 1 confirma nuestra aseveración: efectivamente, entre los rendimientos obtenidos en la localidad alta de la Estación Experimental "Santa Catalina", a 3.058 m de altitud, y los obtenidos en la localidad Oriental de la misma, a 2.800 m de altitud, hay diferencias muy claras.

CUADRO 1. Influencia de temperatura y altitud en rendimiento de maíz E.E. "Santa Catalina". 1986 - 1987. Promedios en kg/ha.

	ESTACION 3058 msnm 11 grados C	ORIENTAL 2800 msnm 14.5 grados C
VARIETADES PRECOCES	1848	5419
- mínimo	1282 AC-81-04	3406 Chaucho
- máximo	2974 I-130	6667 Pool 1
VARIETADES TARDIAS	2714	5967*
- mínimo	1322 Huand	4156 I-153
- máximo	4174 Pool 8	7339 I-180

* Promedio de dos ensayos.

Sugerimos que se aplique la prueba de frío ideada por Rinke (1953) en la selección temprana de líneas o familias resistentes a condiciones de baja temperatura y presencia de patógenos en el suelo, salvo el mejor criterio de los profesionales que tengan más experiencia en estos problemas.

"Tolerancia a la sequía" es un término un tanto ambiguo, ya que generalmente involucra conceptos como alta temperatura, mala distribución de la lluvia y las interacciones entre estos factores.

En el CIMMYT, México, Elmer C. Johnson K, Fisher y G Edmeades sometieron al material Tuxpeño planta baja a tres niveles de humedad: normal, intermedio y bajo. Se seleccionaron 10 familias con mejor comportamiento en cada tratamiento y se formaron con cada grupo variedades experimentales en las que se trató de detectar diferencias genéticas. Según Johnson "parece ser que los genotipos seleccionados bajo tensión extrema de humedad se comportan mejor bajo condiciones limitadas de humedad en ensayos de campo. Aparentemente, lo que pasa es que la selección se encamina hacia sistemas radiculares más grandes y de rápido crecimiento, todo lo cual habrá de comprobarse en el futuro.

El Programa de la Estación Experimental "Santa Catalina" no cuenta por el momento con antecedentes experimentales sobre el tema de tolerancia a la sequía, salvo un ensayo de rendimiento realizado en Tanlahua (Mitad del Mundo) 1983-1984. En tal ensayo, llevado en un suelo franco-arenoso y un ámbito de escasas lluvias, las variedades tardías se comportan mejor a juzgar por su rendimiento. Este solo ensayo no nos autoriza a entrar en serias discusiones sobre el tema de tolerancia a la sequía. Solamente nos resta recordar que a la luz de los actuales conocimientos, la resistencia a la sequía es un carácter hereditario y que puede detectarse tempranamente por medio de la prueba de plántulas bajo condiciones controladas de cámaras de calor; lo cual se relaciona satisfactoriamente con los resultados obtenidos en plantas maduras en el campo.

Condiciones adversas de suelo: creo que en este punto es menester que dejemos de lado el espíritu demasiado simplista con el que estamos tratando algunos problemas. Es verdad que podemos estimar el resultado fenotípico entre-

gado por una población como la suma del promedio poblacional más el componente genético, el componente ambiental y la interacción genotipo-ambiente. Pero las interacciones cobran un interés mucho mayor que el que estamos concediéndoles.

Me parece que se ha interpretado con demasiada ligeresa el hecho de que nuestros suelos revelen en su análisis químico una alta riqueza de potasio. En tal virtud, se ha precomizado el uso de fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo solamente, excluyendo al potasio. Creo que hay que insistir en la conveniencia de devolver todos los elementos extraídos del suelo por los cultivos, esto es: N, P, K, en principio, sin descuidar la necesaria presencia de materia orgánica, el pH, humedad conveniente y elementos menores.

Hemos visto una cosecha del híbrido X304C con las puntas de la mazorca desposeída de granos. El fitomejorador debe separar en casos semejantes de manera precisa el efecto medio-ambiental (insuficiencia de potasio) del efecto hereditario, para lo cual será conveniente la aplicación de fertilizantes N-P-K. Se sabe, de acuerdo a la literatura, que una fertilidad balanceada tiende a disminuir los efectos de algunas enfermedades del maíz, especialmente cuando hay poco potasio y demasiado nitrógeno las pudriciones del tallo y la presencia de *Helminthosporium* son más severas.

Según Fisher (1960) y Josephson (1962), cuando hay escasez de potasio la incidencia de acame se agrava, particularmente cuando los niveles de nitrógeno y fósforo se incrementan y el potasio permanece a niveles bajos. Y para terminar con este punto citaré la opinión emitida por Jugenheimer: "es necesario aprender mucho sobre las relaciones de los nutrientes del suelo con las enfermedades del maíz", problema que me permito pasar al Departamento de Suelos para el correspondiente esclarecimiento.