



**CIMMYT**

**Manejo de los ensayos e informe  
de los datos para el Programa de Ensayos  
Internacionales de Maíz del CIMMYT**





---

**CIMMYT**

---

**Manejo de los ensayos e informe  
de los datos para el Programa de Ensayos  
Internacionales de Maíz del CIMMYT**

# Indice

- 3    **Introducción**
- 5    **Ensayos Internacionales de Prueba de Progenies**
- 8    **Ensayos de Variedades Experimentales, Ensayos de Variedades Elite y Ensayos de Híbridos del CIMMYT**
- 10   **Manejo de los ensayos**
- 11   **Recolección de los datos de los ensayos**
- 18   **Sanidad de la semilla**

# Introducción

Este folleto contiene información y lineamientos sobre el manejo de ensayos y la recolección de datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. Los cuatro tipos de ensayos que componen este programa -los Ensayos Internacionales de Prueba de Progenies (IPTT), los Ensayos Internacionales de Variedades Experimentales (EVT), los Ensayos Internacionales de Variedades Elite (ELVT) y los Ensayos de Híbridos del CIMMYT (CHT)- constituyen los principales medios con los cuales el Centro y sus colaboradores de los programas nacionales de investigación combinan sus esfuerzos para evaluar el germoplasma de maíz en una amplia gama de condiciones de cultivo en unos 80 países.

El desarrollo y la distribución de esta tecnología comienza con la recombinación y el mejoramiento -bajo una selección no muy rigurosa- de los 33 complejos de germoplasma de maíz formados por este Centro, que son grandes reservorios de variabilidad genética clasificados según su zona de adaptación, su período de madurez y el tipo y el color de grano. A partir de los materiales más promisorios de estos complejos, nuestros científicos han derivado 23 poblaciones avanzadas, superiores en cuanto al rendimiento y otros atributos. En un sistema cíclico continuo (ilustrado en la Figura, página 4), estas poblaciones continúan en proceso de mejoramiento y han sido puestas a disposición de los colaboradores de los programas nacionales mediante los IPTT.

En cada IPTT, se evalúan las progenies de hermanos completos o medios hermanos de una determinada población de maíz, en un mínimo de seis localidades situadas en diversas partes del mundo. Se analizan unas 15 poblaciones por año y los resultados de los ensayos se utilizan para dos propósitos. En primer lugar, basados en la información proporcionada por los colaboradores en los ensayos, los científicos del CIMMYT seleccionan las mejores 50 ó 60 familias para someterlas a mejoramiento intrapoblacional, y luego recombinan y regeneran cada población para el siguiente ciclo de mejoramiento.

El segundo y más importante empleo de los resultados de los IPTT es el desarrollo de variedades experimentales (EV), algunas de las cuales se derivan de las 10 mejores familias de cada sitio y otras, de las 10 mejores familias en todos los sitios. Estas variedades son avanzadas a la fase  $F_2$  y enviadas a los colaboradores como parte de los EVT, cada uno de los cuales es evaluado en 30-50 localidades. Una vez que se han analizado los datos provenientes de esos ensayos, los científicos del CIMMYT seleccionan las variedades con mejor comportamiento para preparar los ELVT, que son distribuidos a 60-80 localidades y realizados en forma muy similar a los EVT.

Si bien es cierto que la información reunida a partir de los IPTT nos es muy útil en el mejoramiento continuo de las poblaciones de maíz, los principales beneficiarios de estos y otros tipos de ensayos son los participantes en el programa de ensayos. Los datos provenientes de los colaboradores son analizados en el Centro y la información resultante le es devuelta de inmediato a cada colaborador. Los resultados correspondientes a todos los ensayos se publican y se distribuyen en un

informe preliminar y otro final. Con esta información, los mejoradores de maíz de los programas nacionales deciden si van a utilizar el germoplasma superior como introducciones en sus viveros de mejoramiento o como posibles variedades que serían evaluadas en los campos de los agricultores para ser, finalmente, liberadas.

El CIMMYT envía gratuitamente a los colaboradores que lo solicitan cantidades razonables de este germoplasma. Los colaboradores pueden utilizarlo del modo que mejor se adapte a las necesidades de sus programas. Sólo les pedimos que al utilizarla mencionen el origen de la semilla, pues esto nos permite documentar el empleo de este germoplasma en los programas nacionales. Se toman todas las precauciones posibles para asegurar que la semilla enviada a los colaboradores sea sana y esté exenta de enfermedades (para mayores detalles sobre la sanidad de la semilla, véanse las páginas 18-20).

El valor de la información generada por el Programa de Ensayos Internacionales y los avances del trabajo de mejoramiento dependen en gran medida del cuidado con que los colaboradores realicen los ensayos y de la precisión con que registren los datos. Por consiguiente, se debe prestar mucha atención a las instrucciones y lineamientos que se presentan en las páginas siguientes.

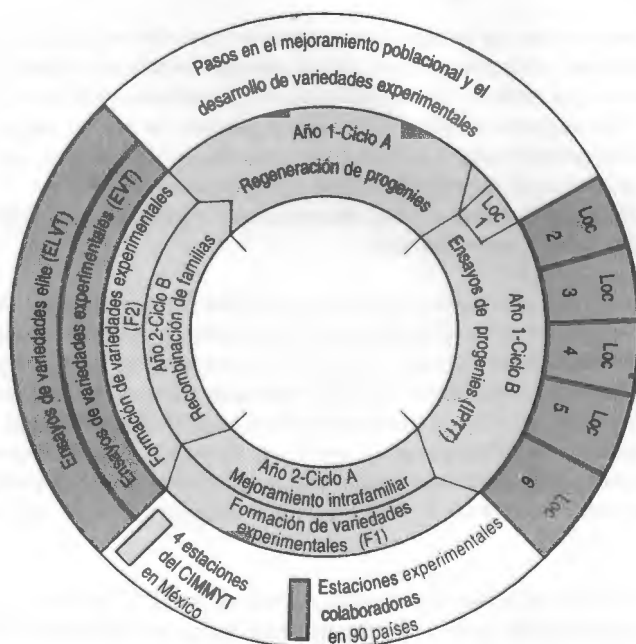


Figura 1. Diagrama de las operaciones efectuadas con el germoplasma desde el mejoramiento de poblaciones hasta concluir el programa de ensayos internacionales.

# Ensayos Internacionales de Prueba de Progenies

En cada IPTT, las progenies de hermanos completos o medios hermanos de una población particular de maíz son evaluadas en hasta cinco sitios por los colaboradores de los programas nacionales, y en una localidad de México por nuestros científicos. La información reunida sobre el rendimiento, la adaptación y la resistencia a las enfermedades e insectos, se utiliza en el CIMMYT para seleccionar progenies con el fin de recombinarlas y formar variedades experimentales.

## Diseño experimental

Cada ensayo contiene un total de 196 entradas: 190 progenies y seis testigos. Las entradas deben ser evaluadas en un diseño de látice simple de 14 x 14, con dos repeticiones. Recomendamos el plan de campo que se muestra en la Figura 2, por ser muy adecuado para el diseño experimental. En este plan, cada repetición tiene dos bloques de ancho por cuatro dobles de largo. Cada bloque contiene 14 surcos y los dobles están generalmente separados entre sí por callejones angostos. Los surcos borderos, que tienen plantas de la misma altura y madurez que los materiales evaluados en los IPTT, se siembran a ambos lados del ensayo para eliminar los efectos de los bordos en las parcelas de las orillas.

Con el fin de facilitar la siembra, los paquetes de semillas que se envían están preparados por número de parcela y en el orden exacto en que se deberá sembrar el material en el campo.

Si no es posible sembrar el ensayo conforme al diseño recomendado, junto con los datos que se devuelven al CIMMYT para su análisis envíe un esquema detallado que muestre cómo se realizó la siembra.

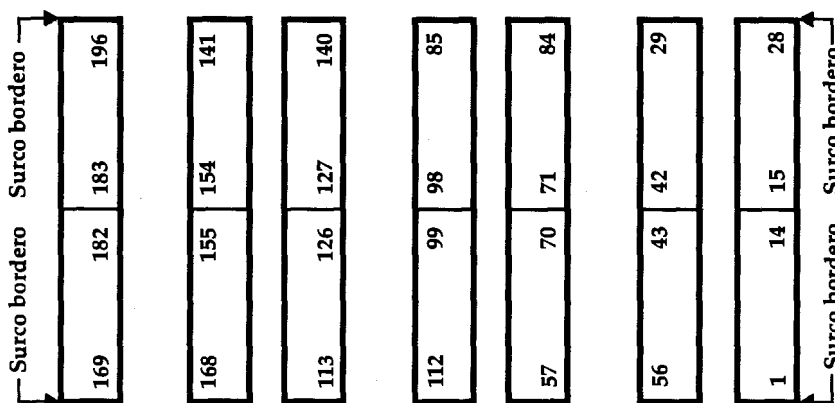


Figura 2. Plan de campo recomendado para los IPTT. Estos ensayos tienen un diseño de látice simple de 14 x 14, con dos repeticiones (aquí se muestra sólo una repetición). Cada repetición de las 196 entradas tiene dos bloques de ancho y siete dobles de largo. Hay 14 surcos en cada bloque y los siete dobles están separados por callejones. Los surcos borderos eliminan los efectos de los bordos en los surcos en las orillas de las parcelas.

## Tamaño de la parcela

Para que se expresen plenamente el potencial de rendimiento y otras características agronómicas, se debe sembrar el ensayo con una densidad óptima. En los ensayos efectuados en las localidades de evaluación del CIMMYT en México, la densidad es de 53,000 plantas por hectárea para obtener un establecimiento perfecto. Se siembran los materiales en parcelas con un surco de 5 m de longitud y un espaciamiento de 75 cm entre surcos y de 50 cm entre matas (o golpes). Estas dimensiones se consideran apropiadas de acuerdo con la madurez y la altura de planta en México.

Cada sobre de semillas del envío debe contener 33 semillas para sembrar una parcela de un surco. Recomendamos que se siembren tres semillas por golpe y que luego **se raleen las plantas a dos**. Un establecimiento perfecto tendrá 11 golpes, o 22 plantas, por surco.

Si en su estación experimental se utiliza un ancho del surco distinto del de los sitios de evaluación del CIMMYT, mantenga su distancia entre surcos, pero asegúrese de ajustar el espaciamiento entre matas o la longitud del surco para lograr una densidad de 53,000 plantas por hectárea. Si usa este procedimiento, registre la longitud de la parcela y el espaciamiento entre matas en el libro de campo, para que se puedan calcular correctamente la densidad de siembra y el tamaño de la parcela. El Cuadro 1 presenta las dimensiones de parcela que le darán una densidad aproximada de 53,000 plantas por hectárea.

**Nota:** La altura y la madurez de los materiales de maíz pueden variar de una localidad a otra. Cuando exista esa variación, se debe ajustar la densidad de siembra al nivel que se considere más apropiado. Asegúrese de registrar las dimensiones de la parcela para que su tamaño se pueda calcular con precisión.

**Cuadro 1. Dimensiones requeridas para obtener una densidad de 53,000 plantas por hectárea.**

Distancia entre surcos (cm)	Con 1 planta/golpe		Con 2 plantas/golpe	
	Distancia entre matas (cm)	Largo de surcos (m) (para 22 plantas)	Distancia entre matas (cm)	Largo de surcos (m) (para 22 plantas)
65	29	6.09	58	<b>5.8</b>
70	27	5.67	54	<b>5.4</b>
75	25	5.25	50	<b>5.0</b>
80	24	5.04	<b>48</b>	<b>4.8</b>
85	22	4.62	<b>44</b>	<b>4.4</b>
90	21	4.41	<b>42</b>	<b>4.2</b>
95	20	4.20	<b>40</b>	<b>4.0</b>
100	19	3.99	<b>38</b>	<b>3.8</b>

### **Variedades testigo locales**

El término “testigos locales” se utiliza aquí para indicar las mejores variedades de maíz disponibles en el programa nacional de mejoramiento o en alguna otra institución del país. Como ya se mencionó, en cada IPTT se evalúan dos testigos locales, con dos repeticiones. Junto con las semillas que se envían se proporcionan cuatro sobres vacíos para las semillas de esas variedades. Coloque 22 semillas de cada una de las variedades testigo en cada uno de los dos sobres.

Como las variedades testigo se siembran en parcelas de un surco, su madurez y altura de planta deben ser similares a las de las progenies y su semilla debe ser de buena calidad. En el CIMMYT, las progenies se tratan con una combinación de un insecticida sistémico (Furadán) y un fungicida preventivo (Thiram) (véanse detalles en las páginas 19-20). Si es posible, aplique un tratamiento similar a la semilla de las variedades testigo para asegurar una evaluación confiable.

Debe registrar el nombre de las variedades testigo locales en el libro de campo que enviará al CIMMYT para el procesamiento de los datos.



# Ensayos de Variedades Experimentales, Ensayos de Variedades Elite y Ensayos de Híbridos del CIMMYT

Las variedades experimentales formadas sobre la base de los resultados de los IPTT se evalúan por primera vez en los EVT. Se organizan estos ensayos según la adaptación (a zonas tropicales, subtropicales o altas), la madurez (precoz, intermedia o tardía) y el color del grano (blanco o amarillo).

Las variedades experimentales superiores identificadas en los EVT son entonces seleccionadas para formar los ELVT, los cuales se agrupan normalmente conforme a la adaptación, la madurez y la calidad de proteína. Estos ensayos son más pequeños que los EVT, pero se evalúan en muchas más localidades. La relación entre los IPTT, los EVT y los ELVT se describe anualmente en el informe final del Programa Internacional de Ensayos de Maíz.

En 1994, se introdujeron los ensayos de híbridos del CIMMYT (CHT) en el Sistema Internacional de Ensayos. Esos ensayos se agrupan conforme a la adaptación y el color del grano.

## Diseño experimental

Cada EVT incluye 15-20 variedades experimentales y cada ELVT, 8-12 variedades elite, más dos testigos de referencia y dos testigos locales. Cada CHT incluye hasta 16 híbridos experimentales del CIMMYT, un híbrido testigo común, una EV testigo y dos híbridos testigo locales. Para los tres tipos de ensayos, el CIMMYT utiliza un diseño de bloques completos al azar (RCB) con cuatro repeticiones.

Con el fin de facilitar la siembra, se preparan los sobres por número de parcela y en el orden exacto en que se deben sembrar los materiales en el campo.

Envíe un esquema detallado del plan de su ensayo junto con los datos que devuelve al CIMMYT para su análisis.

## Tamaño de la parcela

Se deben sembrar los EVT, ELVT y CHT en parcelas de dos surcos. En el CIMMYT, los surcos tienen 5 m de largo, con un espaciamiento de 75 cm entre surcos y de 50 cm entre matas, con 11 golpes por surco. Cada sobre de semilla contiene 66 semillas para sembrar una parcela. Se siembran tres semillas por golpe y luego se ralea para que queden dos plantas por golpe. Por consiguiente, un establecimiento perfecto tendrá 22 plantas por surco, 44 plantas por parcela y una densidad de 53,000 plantas por hectárea.

Si este plan no fuera adecuado para su estación experimental o localidad, ajuste el ancho y la longitud del surco, el espaciamiento entre golpes y la densidad de población en la forma más apropiada para el material que se está evaluando. No olvide registrar estas dimensiones en el libro de campo para que podamos calcular con precisión los rendimientos.

## **Testigos locales**

En los EVT, los ELVT y los CHT, las variedades elite o los híbridos se comparan con las variedades o híbridos superiores de maíz de los programas nacionales de mejoramiento u otra institución del país. Para ese propósito, se incluyen ocho sobres vacíos donde se colocarán las semillas de dos testigos locales que deberán tener cuatro repeticiones. Ponga 66 semillas de cada variedad testigo en cada uno de los cuatro sobres.

Las semillas de estas variedades deberán ser de muy alta calidad para asegurar que su comportamiento en el ensayo refleje verdaderamente su potencial genético. Como otra garantía para la evaluación exacta del germoplasma, en el CIMMYT se aplica a las semillas de las EV y los testigos de referencia un tratamiento combinado de un insecticida sistémico (Furadán) y un fungicida preventivo (Thiram), cuyos detalles se presentan en las páginas 19-20. Le sugerimos tratar la semilla de los testigos locales con los mismos productos u otros similares.

No olvide registrar los nombres de las variedades testigo locales en el libro de campo que enviará al CIMMYT.

# Manejo de los ensayos

Los mejores resultados se obtienen en ensayos sembrados en terrenos con suelo uniforme, lejos de los árboles. La selección adecuada del terreno es muy importante en ensayos grandes como los IPTT, aunque el efecto de la variación del suelo sobre los resultados de los ensayos se puede disminuir con un buen plan de campo y el empleo de un diseño en látice (véase el plan de campo sugerido para los IPTT en la Figura 2, página 5).

Los EVT, los ELVT y los CHT son evaluados en un diseño de bloques completos al azar. El plan de los bloques o las repeticiones dependerá de la fertilidad del suelo u otros factores condicionantes y de la experiencia con la parcela.

En esta etapa de la evaluación, es conveniente aplicar fertilizantes apropiados para que se manifieste todo el potencial genético de las variedades. En general, se debe aplicar nitrógeno en una dosis de 100-200 kg/ha; las dosis de los otros nutrimentos variarán según la localidad. En una etapa posterior, se pueden evaluar los materiales bajo condiciones de manejo menos ideales, que se asemejen más a las prácticas comunes de los agricultores de la zona cercana al sitio de evaluación. Sin embargo, si lo prefiere puede realizar los EVT, ELVT y CHT bajo las condiciones locales de manejo para que los resultados sean más útiles a los agricultores. En ambos casos, se debe proteger el ensayo de los pájaros y los animales ya que el daño que ocasionan puede arruinar el experimento.

# Recolección de los datos de los ensayos

## Instrucciones generales

Junto con las semillas enviadas se incluye un duplicado del libro de campo con formularios para registrar los datos y las observaciones. Las características que se deberán anotar están descritas en las páginas 12-17. No es necesario registrar datos de todas las características; seleccione las que son más importantes para sus propósitos y que se relacionan con diferencias obvias entre las variedades.

**Anote datos de cada repetición de cada entrada.** Si no se registran los datos de una parcela, se considerarán como valores faltantes. En la actualidad, el CIMMYT no tiene programas de computadora que puedan tomar en cuenta los valores faltantes.

Con el fin de ayudarnos a evitar demoras y errores, anote los datos directamente en el libro de campo y no en otro cuaderno, ya que tendrían que ser copiados después en el libro de campo. Para una mayor seguridad contra los errores al registrar y analizar los datos en la computadora, por favor escriba la información en la forma más clara y nítida que sea posible.

Tan pronto como se hayan registrado los datos finales de la cosecha, la copia verde del formulario, donde se lee "PARA DEVOLVER AL CIMMYT", debe ser enviada por correo aéreo al CIMMYT. Conserve el original amarillo que dice "PARA EL COLABORADOR" para su propio archivo y análisis.

Además de la copia verde de su libro de campo, devuelva al CIMMYT los tres elementos que se señalan a continuación, los cuales fueron incluidos en el envío de la semilla:

1. La hoja de resumen del ensayo, que incluye el número y la localidad del ensayo, los nombres de las variedades testigo, el nombre del colaborador y la dirección a la cual deberemos enviar el análisis completo del ensayo. El análisis de datos tomará de una a dos semanas, y en algunos casos más tiempo, según nuestra carga de trabajo.
2. El formulario con tres hojas titulado "Notas generales a tomar", que proporciona información detallada sobre la ubicación de la estación, la fecha de siembra, el fertilizante aplicado, el clima, los tamaños de las parcelas y otras observaciones sobre el ciclo de cultivo. Esta información nos ayudará a interpretar los resultados y proporcionará la base para agrupar los sitios según las condiciones ambientales al efectuar el análisis de todos los sitios.
3. El formulario titulado "Registro diario de la lluvia y la temperatura durante el desarrollo del cultivo". Esta información es esencial para calcular la temperatura y la humedad disponible durante las etapas críticas de crecimiento del maíz.

## VARIABLES QUE SE REGISTRARÁN

En las secciones siguientes se dan instrucciones para recopilar datos sobre diversas características del maíz evaluado en los ensayos internacionales (el subtítulo correspondiente a cada característica va acompañado del nombre exacto con que aparece en el libro de campo). Para los IPTT, que se cultivan en parcelas de un surco, se tomarán los datos de **todo el surco**. Para los EVT, los ELVT y CHT, se deberán registrar los datos de **ambos surcos** de cada parcela.

**Plantas establecidas (PT ST).** En los IPTT, se refiere al número de plantas por parcela de un surco, y en los EVT, los ELVT y los CHT, al número de plantas en los dos surcos centrales de cada parcela de cuatro surcos. La determinación de las plantas establecidas es particularmente útil en los sitios donde se presentan ciertas enfermedades virales o el mildiú veloso. Determine el número de plantas establecidas aproximadamente tres semanas después de la siembra y registre estos datos en la columna designada "PT ST". Se deben determinar las plantas establecidas después del raleo.

**Días a la floración (DIAS A FLOR).** Registre el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de la parcela tienen estigmas de 2-3 cm de largo. También puede registrar los días transcurridos hasta que se alcanza el 50% de la emisión de polen. Si utiliza este último procedimiento, escriba "días a la emisión de polen" en la columna "días a flor" o en una columna en blanco, para que se pueda codificar correctamente la información.

**Cuadro 2. Enfermedades que provocan lesiones en las hojas del maíz.**

Código	Nombre común	Agente patógeno
a.	Antracnosis	<i>Colletotrichum graminicola</i>
b.	Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	<i>Cercospora zea-maydis</i>
c.	Mancha foliar por <i>Curvularia</i>	<i>Curvularia</i> spp.
d.	Tizón foliar por <i>Maydis</i>	<i>Helminthosporium maydis</i>
e.	Tizón foliar por <i>Turcicum</i>	<i>H. turcicum</i>
f.	Tizón foliar por <i>Carbonum</i>	<i>H. carbonum</i>
g.	Tizón foliar	<i>Helminthosporium</i> spp.
h.	Bandeado de la hoja y la vaina	<i>Hypochnus sasakii</i>
i.	Tizón amarillo por <i>Phyllosticta</i>	<i>Mycosphaerella/Phyllosticta</i>
j.	Mancha foliar por <i>Kabatiella</i>	<i>Kabatiella zea</i>
k.	Mancha de asfalto	<i>Phyllachora maydis</i>
l.	Mancha café	<i>Physoderma maydis</i>
m.	Roya tropical	<i>Physopella zea</i>
n.	Roya común	<i>Puccinia sorghi</i>
o.	Roya por <i>Polysora</i>	<i>P. polysora</i>
p.	Roya	<i>Puccinia</i> spp.
q.	Enfermedad foliar	Desconocido

**Altura de la planta (ALTURA PLANTA).** En 5-10 plantas seleccionadas al azar, mida la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a dividirse la espiga (panoja). También se puede estimar esta distancia en cada parcela utilizando una vara de medir. Registre la altura de la planta en centímetros.

**Altura de la mazorca (ALTURA MZ).** En las mismas 5-10 plantas cuya altura midió, determine la distancia en centímetros desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta. También aquí puede estimar esta distancia en cada parcela. La altura de la planta y la altura de la mazorca se pueden medir en cualquier momento entre las 2 ó 3 semanas posteriores a la floración, inmediatamente antes de la cosecha, según su calendario de trabajo.

**Enfermedades (ENFERMEDADES).** Para obtener una calificación precisa de la severidad de la enfermedad, tome nota del daño causado en las etapas finales del ciclo de cultivo pero antes de que las hojas se tornen de color café. Evalúe los daños en cada parcela, concentrándose en las enfermedades importantes en su región. Si es posible, proporcione el nombre científico del agente patógeno. Como ayuda en la identificación de las enfermedades, consulte la publicación del CIMMYT *Enfermedades del maíz: Una guía para su identificación en el campo*, de la cual puede solicitar un ejemplar al Centro.

La infección por las enfermedades foliares enumeradas en el Cuadro 2 deberá registrarse según una escala de 1 a 5, donde 1 indica la ausencia de la enfermedad y 5, una infección muy severa. Registre la calificación en números enteros o con una media unidad. En la Figura 3 se muestra la escala de calificación para las principales enfermedades foliares, como los tizones y las royas.

Para indicar la magnitud del daño causado por las enfermedades enumeradas en el Cuadro 3 (página 14), registre el número de plantas afectadas por parcela.

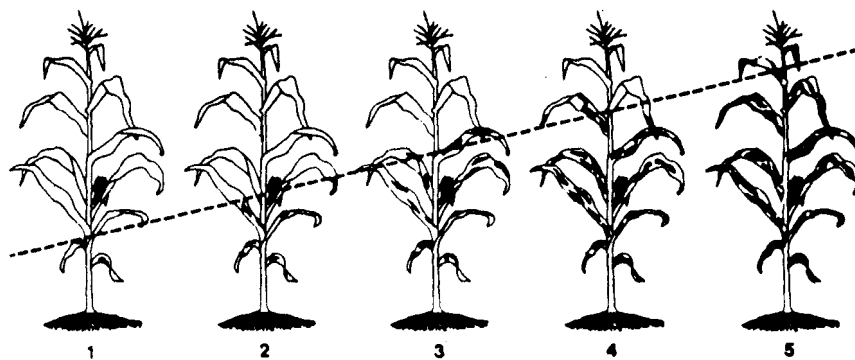


Figura 3. Escala de calificación de las enfermedades foliares.

**Daño por los insectos (INSECTOS).** Si el ensayo ha sido tratado con un insecticida para combatir una plaga en particular, no registre datos de los daños causados por ese insecto. Tampoco vale la pena consignar datos sobre el daño por insectos que no está distribuido uniformemente entre los materiales de un ensayo, como sucede con frecuencia. Si hay grandes diferencias en cuanto al daño por insectos entre las variedades, califique el daño según una escala de 1 a 5, donde 1 equivale a ningún daño y 5, a una infestación muy intensa. Registre la calificación sólo en números enteros e indique el nombre científico de la plaga en el formulario "Notas generales a tomar".

**Aspecto de la planta (ASP PTA).** Los datos sobre el aspecto de la planta deben ser tomados en la etapa en que las brácteas se tornan de color café, cuando las plantas están aún verdes y ya se han desarrollado por completo las mazorcas. En cada parcela, evalúe características tales como la altura de la planta y de la mazorca, la uniformidad de las plantas, el daño causado por enfermedades e insectos y el acame según una escala de 1 a 5, donde 1 es excelente y 5, deficiente. Registre estos datos sólo con números enteros en la columna "ASP PTA".

**Acame de raíz (ACAME RAIZ).** Los datos sobre el acame de tallo y de raíz se deben tomar al final del ciclo, justo antes de la cosecha. Registre el número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta, donde comienza la zona radical.

**Cuadro 3. Enfermedades que se registran mediante el recuento de plantas.**

Código	Nombre común	Agente patógeno
aa.	Achaparramiento del maíz	Espiroplasma
bb.	Enanismo arbustivo del maíz	Micoplasma
cc.	Mosaico del enanismo del maíz	Virus
dd.	Rayado fino del maíz	Virus
ee.	Virus del rayado del maíz	Virus
ff.	Mosaico del maíz	Virus
gg.	Enfermedad vírica	Desconocido
hh.	Marchitez tardía	<i>Cephalosporium maydis</i>
ii.	Antracnosis foliar	<i>Colletotrichum graminicola</i>
jj.	Pudrición carbonosa del tallo	<i>Macrophomina phaseoli</i>
kk.	Pudrición del tallo por Fusarium	<i>Fusarium (Gibberella) spp.</i>
ll.	Pudrición del tallo por Phytium	<i>Phytium spp.</i>
mm.	Pudrición por Diplodia	<i>Diplodia maydis</i>
nn.	Necrosis vascular	<i>Cephalosporium acremonium</i>
oo.	Pudrición del tallo por bacteria	<i>Erwinia chrysanthemi</i>
pp.	Pudrición del tallo	Desconocido
qq.	Mildiú veloso o cenicilla	<i>Peronosclerospora spp.</i>
rr.	Mildiú veloso o cenicilla	<i>Sclerophthora spp.</i>
ss.	Desconocido (mildiú veloso)	Desconocido
tt.	Carbón común	<i>Ustilago maydis</i>
uu.	Carbón de la espiga	<i>Sphacelotheca reiliana</i>

**Acame de tallo (ACAME TALLO).** Registre el número de plantas con tallos rotos abajo de las mazorcas, pero no más arriba. Tal vez haya algunas plantas débiles, con tallos de mala calidad, pero que todavía no se han acamado. Para indentificarlas, empuje los tallos suavemente; las plantas que se caigan deberán ser contadas como plantas acamadas de tallo. Registre los datos sobre el acame de tallo por separado de los del acame de raíz, ya que una misma planta puede presentar ambos tipos de acame: de raíz (con una inclinación de más de 30o) y de tallo (roto abajo de la mazorca).

**Cobertura de mazorca (COB MZ).** Registre el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tengan expuesta alguna parte de la mazorca. En el CIMMYT, convertiremos esta cifra en un porcentaje de cobertura deficiente de mazorca, dividiéndola por el número total de mazorcas cosechadas. Califique también la cobertura de mazorca en los materiales de cada parcela según una escala de 1 a 5, descrita a continuación e ilustrada en la Figura 4. Califique esta característica de los materiales cuando las mazorcas estén completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas. La mejor época es de 1 a 3 semanas antes de la cosecha.

Escala de calificación	Cobertura por las brácteas
1 Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2 Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
3 Punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4 Grano expuesto	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5 Completamente inaceptable	Cobertura deficiente; la punta está claramente expuesta.

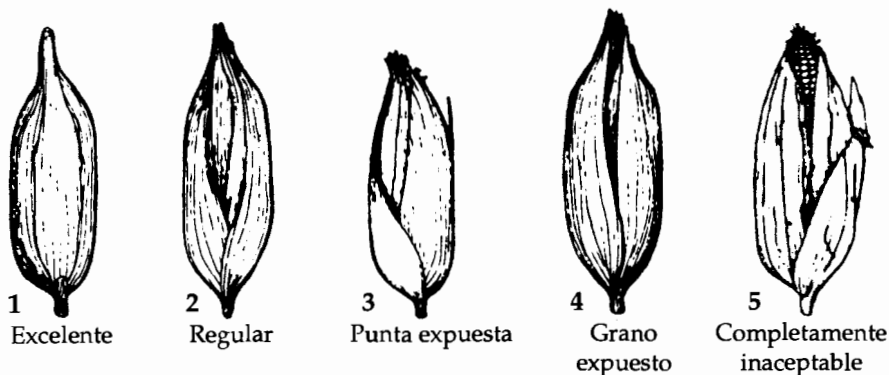


Figura 4. Escala de calificación de la cobertura de la mazorca.



**Número de plantas cosechadas (PLANTAS COSECHADAS).** Registre el número de plantas cosechadas en cada parcela, sin importar que la planta tenga una mazorca, dos mazorcas o ninguna. Recuerde que el tamaño de la parcela en los IPTT es de un surco, y en los EVT, los ELVT y los CHT, de dos surcos.

**Peso de campo (PESO DE CAMPO).** Después de cosechar todas las plantas en el surco de un IPTT o en los dos surcos de un EVT, un ELVT o un CHT, registre en kilogramos y hasta con un lugar decimal el peso de campo de las mazorcas con olotes. Si es posible, demore la cosecha del maíz hasta que su contenido de humedad sea bajo (15-25%). Esto permitirá la expresión completa del acame de tallo y de raíz y de las diferencias entre las familias en cuanto a pudriciones de la mazorca. Además, cuando el contenido de humedad es bajo, el grano resulta más fácil de desgranar para determinar ese contenido y los medidores de la humedad funcionan con mayor precisión.

**Número total de mazorcas (No. DE MAZ-TOTAL).** Registre la cantidad total de mazorcas cosechadas, excluyendo las mazorcas secundarias que sean muy pequeñas (molotes).

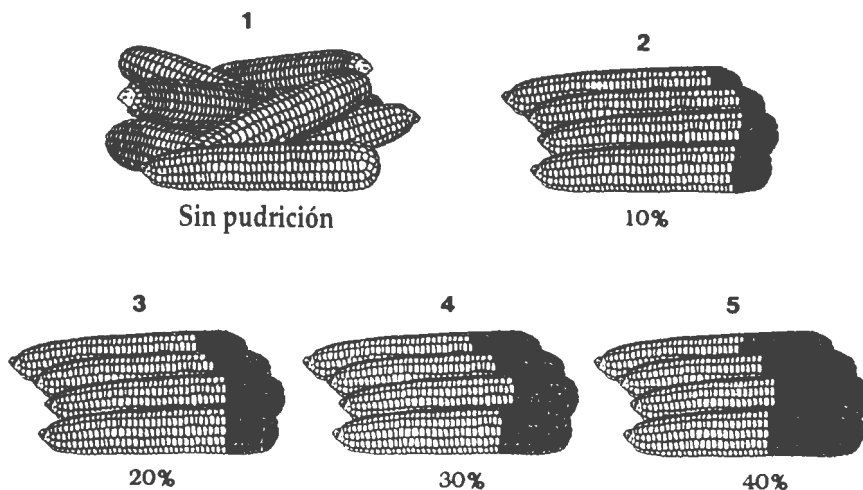


Figura 5. Escala de calificación de las pudriciones de mazorca que comienzan desde la base de la mazorca, como las causadas por *Diplodia* y la pudrición gris. La infección también puede comenzar en la punta de la mazorca, como en la pudrición provocada por *Gibberella* (*Fusarium*).

**Pudrición de mazorca (No. DE MAZ-PODRIDAS).** En cada parcela, califique la incidencia de pudriciones de mazorca y de grano causadas por *Diplodia* spp., *Fusarium* spp. o *Gibberella* spp., según una escala de 1 a 5, de la siguiente manera:

- 1 = 0% de granos infectados
- 2 = 10% de granos infectados
- 3 = 20% de granos infectados
- 4 = 30% de granos infectados
- 5 = 40% o más de granos infectados

Esta escala de calificación se ilustra en las Figuras 5 y 6.

**Aspecto de la mazorca (ASP MZ).** Después de la cosecha, pero antes de tomar una muestra para determinar la humedad, extienda la pila de mazorcas frente a cada parcela y califique características tales como daños por enfermedades e insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano y uniformidad de las mazorcas según una escala de 1 a 5, donde 1 es óptimo y 5, muy deficiente. Registre estos resultados en números enteros en la columna "ASP MZ".

**Porcentaje de humedad (% DE HUMEDAD).** Tome 10 mazorcas de cada parcela, desgrane 2 hileras centrales de cada mazorca, mezcle el grano obtenido y con esta muestra a granel determine el porcentaje de humedad en el grano en el momento de la cosecha. Los medidores de humedad portátiles son muy adecuados para este propósito. El porcentaje de humedad debe ser registrado sólo en el momento de la cosecha y en cifras con hasta un lugar decimal.

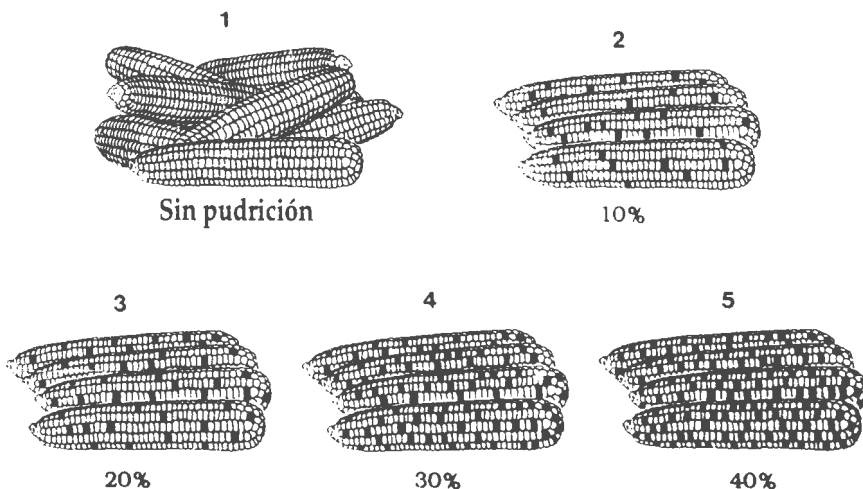


Figura 6. Escala de calificación de las pudriciones de mazorca (como las causadas por *Fusarium moniliforme*) que dañan la cobertura y afectan granos muy dispersos.

# Sanidad de la semilla

El CIMMYT recibe semilla de germoplasma nuevo de maíz proveniente de los programas colaboradores y también colecciones para su banco de germoplasma, y cada año responde a miles de solicitudes de semilla procedentes de todo el mundo. Se toman todas las precauciones posibles para asegurar que tanto las semillas que se reciben como las que se envían estén exentas de enfermedades. En las secciones siguientes se dan detalles acerca de estas medidas de seguridad.

## **Semilla importada por el CIMMYT**

La semilla importada a México por el Centro corresponde a tres categorías: variedades experimentales, introducciones y colecciones para el banco de germoplasma. A continuación se definen estas categorías y se proporciona información sobre las precauciones que se toman para evitar la introducción de enfermedades transmitidas por la semilla en los cultivos de las estaciones experimentales del CIMMYT en México.

**Variedades experimentales.** La semilla básica de estas variedades proviene de nuestros programas regionales, en los cuales se mejoran las poblaciones de maíz del CIMMYT para obtener características específicas. Estos materiales se cultivan bajo la supervisión de los miembros del personal regional del CIMMYT, y las plantas y semillas son sometidas a los mismos procedimientos que se aplican en nuestras estaciones experimentales en México. De ese modo, el CIMMYT se asegura de que se introduzcan en el país sólo líneas y semillas exentas de enfermedades. Además, antes de sembrar la semilla en nuestras estaciones experimentales de México, se le aplica un tratamiento con una combinación de insecticidas y fungicidas, incluyendo el ridomil.

**Introducciones.** Son materiales que se desarrollan en varios programas nacionales y que tienen características importantes para nuestro Programa de Mejoramiento de Maíz. Estas variedades son tratadas con una combinación de insecticidas y fungicidas, incluyendo el ridomil, y siempre se siembran en viveros aislados de introducción, nunca en las parcelas experimentales de los viveros de maíz del CIMMYT. El vivero de introducción es vigilado constantemente en relación con las enfermedades transmitidas por la semilla, y evaluado con respecto a diversas características agronómicas. Las plantas sospechosas de tener ese tipo de enfermedades, incluyendo las virales, son eliminadas de inmediato. La semilla cosechada de las plantas sanas del vivero de introducción se siembra en parcelas de mejoramiento en el siguiente año.

**Colecciones para el banco de germoplasma.** Todas las colecciones de germoplasma son tratadas con insecticidas y fungicidas y almacenadas por lo menos durante un año. Posteriormente se siembran estos materiales para observación en un bloque separado de los otros materiales, tomando las mismas precauciones que en el caso de las introducciones.

Las mazorcas de todos los tipos de germoplasma se secan hasta alcanzar un contenido de humedad inferior al 12% (generalmente 10%) antes del desgrane. En nuestro laboratorio de sanidad de semilla, se evalúan muestras aleatorias de semilla para determinar la eficiencia del tratamiento y detectar agentes patógenos transmitidos por la semilla. Esto se hace en el momento en que se importa la semilla y, nuevamente, después de que ha sido multiplicada en México.

### **Semilla distribuida por el CIMMYT**

Se indican a continuación los procedimientos y requisitos que aseguran que el Programa de Maíz del CIMMYT distribuya semilla sana a sus colaboradores de todo el mundo. Esta información puede ser de interés no sólo para los colaboradores sino también para las autoridades de sanidad vegetal encargadas de la cuarentena y para otras personas relacionadas con la sanidad de la semilla y la prevención de enfermedades transmitidas por la semilla.

- ◆ El CIMMYT suministra semilla de maíz sólo en respuesta a las solicitudes específicas provenientes de los programas nacionales.
- ◆ Toda la semilla de maíz suministrada por el Programa de Maíz, tanto de las entradas en los ensayos o viveros internacionales (IPTT, EVT, ELVT o CHT) como de los materiales de mejoramiento (complejos germoplásmicos, poblaciones y variedades experimentales), siempre es producida en las estaciones experimentales de maíz del CIMMYT en México.
- ◆ Todas nuestras parcelas experimentales de maíz se siembran bajo la supervisión de los científicos de maíz del Centro, que incluyen a patólogos y entomólogos, quienes vigilan las parcelas desde la siembra hasta la cosecha. Toda planta sospechosa de tener una enfermedad transmitida por la semilla es eliminada de inmediato.
- ◆ Para que sea apta para el envío, la semilla debe provenir de parcelas de maíz exentas de enfermedades transmitidas por la semilla (como *Xanthomonas stewartii*, *Peronosclerospora* spp. y *Helminthosporium carbonum*, y también enfermedades virales que se sabe o se presume que son transmitidas por la semilla). Se cosecha semilla sólo de las plantas sanas y las mazorcas son seleccionadas en forma individual por los científicos del CIMMYT.
- ◆ Las mazorcas cosechadas se secan artificialmente para reducir el porcentaje de humedad en el grano a menos del 12% (generalmente 10%).
- ◆ Se examinan cuidadosamente las semillas después del desgrane y se descartan las que tienen una apariencia enfermiza. La paja y otros desechos son eliminados antes del envío.

- ◆ Toda la semilla que se enviará es tratada con un fungicida y un insecticida sistémico, cuyos detalles se indican más adelante. En el laboratorio de sanidad de semilla del CIMMYT, se verifican muestras de semillas seleccionadas al azar para comprobar la eficiencia del tratamiento y la ausencia de agentes patógenos.
- ◆ No se incluyen en nuestro programa materiales androestériles con citoplasma T.

Estas medidas aseguran que la semilla distribuida por el CIMMYT se produzca bajo condiciones exentas de plagas y enfermedades y que sea de la mejor calidad posible. El tratamiento de la semilla con una mezcla de Carbofurán y Thiram garantiza que estará exenta de agentes patógenos e insectos, y a la vez propicia un mejor establecimiento de plantas. A continuación se presentan algunos detalles de los productos químicos utilizados en el tratamiento de la semilla.

**Furadán (2,3 dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil N-metilcarbamato).** Los nombres comunes o sinónimos de este insecticida/nematicida sistémico de amplio espectro son Carbofurán y 2,2-dimetil-7-coumaranil.

Los síntomas de envenenamiento por Furadán son los de la inhibición de la colinesterasa. El antídoto para *intoxicaciones leves* es 2 mg de sulfato de atropina administrados por vía intramuscular o sublingual, y para la *intoxicación grave*, 4 mg de sulfato de atropina, administrados de preferencia por vía intravenosa inmediatamente después de que desaparece la cianosis.

En el caso de *intoxicación aguda por vía oral*, la DL 50 del Furadán en los mamíferos es de 8-14 mg/kg de peso corporal, y de *intoxicación dérmica*, de 3,400 mg/kg de peso corporal.

**THIRAM (Disulfato de tetramiltiuram).** Los nombres comunes de este fungicida son Arasán, Tersán, Pomarsol y Nomersán.

Este producto químico tiene baja toxicidad en los mamíferos; en caso de *intoxicación aguda por vía oral*, la DL 50 en los mamíferos es de 780 mg/kg de peso corporal. Como puede causar irritación cutánea, sugerimos que se lave las manos después de manipular la semilla tratada. No se lleve la semilla a la boca ni la use para la alimentación humana o animal.

El tratamiento de la semilla del CIMMYT incluye 50 ml de Furadán al 30% (para tratamiento de la semilla), 2 g de Arasán al 75% (polvo humectable) y 12 ml de agua por kilogramo de semilla.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es una organización internacional sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación. Tiene su sede en México y lleva a cabo, a nivel mundial, un programa de investigación sobre el maíz, el trigo y el triticale, orientado a mejorar la productividad de los recursos agrícolas en los países en desarrollo. El CIMMYT es uno de los 16 centros internacionales sin fines de lucro que realizan investigaciones agrícolas y capacitación con el apoyo de Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), que a su vez cuenta con el patrocinio de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El CGIAR está compuesto por unos 40 donadores, entre los que figuran países, organismos tanto internacionales como regionales y fundaciones privadas.

A través del CGIAR, el CIMMYT recibe fondos para su presupuesto básico de varias fuentes, entre ellas los organismos de ayuda internacional de Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, España, Estados Unidos de Norteamérica, Filipinas, Finlandia, Francia, India, Italia, Japón, México, Noruega, Países Bajos, Reino Unido y Suiza, así como la Comisión Económica Europea, la Fundación Ford, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Fundación OPEP para el Desarrollo Internacional, el PNUD y el Banco Mundial. Asimismo, fuera del CGIAR, el Centro percibe apoyo económico para proyectos especiales del Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional (IDRC) de Canadá, la Fundación Rockefeller y muchos de los donadores arriba mencionados.

El CIMMYT es el único responsable de esta publicación.

*Cita correcta:* CIMMYT. 1985. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F.

Cuarta reimpresión, 1995.



**International Maize and Wheat Improvement Center**

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

Lisboa 27, Apartado Postal 6-641, 06600 México, D.F., México