

MOVIMIENTO DE GERMOPLASMA DEL CIMMYT

PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE TRIGO, TRITICALE Y CEBADA



CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER

Londres 40

Apartado Postal 6-641

México 6, D.F., México



Introducción

El Programa de Trigo del CIMMYT versa sobre el mejoramiento de germoplasma de cuatro cultivos: trigo harinero, trigo duro, triticale y cebada. En seguida se proporciona una breve descripción de los principales viveros de mejoramiento y de prueba del programa, cuyo propósito es hacer conocer a los científicos visitantes y a los becarios, el papel que desempeña cada uno de los viveros dentro del esquema total de mejoramiento, cómo se siembra cada vivero y qué interrelaciones existen entre diferentes viveros, tanto domésticos como internacionales, de trigo, de cebada y de triticale. En esta publicación no se intenta explicar las filosofías del CIMMYT para el fitomejoramiento, ni tampoco es una lista completa de todos los viveros ni de todas las localidades en que trabaja el CIMMYT.

Generalmente, los viveros de mejoramiento del CIMMYT tienen nombres en español y consecuentemente sus siglas no coinciden con sus nombres en inglés, mientras que los viveros internacionales tienen nombres en inglés y sus siglas no coinciden con sus nombres en español.

Localidades para mejoramiento

El Programa de Trigo del CIMMYT opera principalmente en tres localidades en México.

CIANO, Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) (altitud de 40 msnm, 29^o latitud norte) que está localizada en el Estado de Sonora y se utiliza para el ciclo de mejoramiento de invierno. El CIANO tiene condiciones ambientales que inducen la expresión al máximo del potencial genético de rendimiento. En esta localidad se facilita también la selección del material de mejoramiento por su resistencia a la roya de la hoja, debido a que cada año se presenta una epifitía natural de esta enfermedad en el Valle del Yaqui. La selección por resistencia a la roya del tallo se hace por medio de una inoculación artificial en todos los viveros. El CIANO está en una localidad desértica y por tanto se riega durante todo el ciclo de cultivo.

Toluca (altitud 2640 msnm, 19^o latitud norte) está localizada en el Estado de México, cerca de la Ciudad de México. Las infecciones naturales de roya lineal siempre son fuertes en este lugar y además, se presenta regularmente un complejo de las enfermedades siguientes: *Fusarium*, *Helminthosporium*, y *Septoria*. Toluca es uno de los sitios principales donde se cultiva el vivero de mejoramiento de verano del CIMMYT, el cual se siembra en mayo y se cosecha en octubre. Las frías temperaturas que se presentan durante el invierno en Toluca, también facilitan la vernalización de los viveros de trigo de invierno que se siembran durante el otoño y que se

usan en el programa de cruzamientos primavera x invierno.

El Batán (altitud 2,240 msnm, 19° latitud norte) es la sede del CIMMYT y es la tercera localidad en importancia para el vivero de mejoramiento de verano del CIMMYT.

La estación lluviosa, en Toluca y en El Batán, principia a mediados de junio, por lo que los viveros que se siembran en ambos sitios se riegan para facilitar la germinación y las primeras etapas de crecimiento de las plántulas. Sin embargo, la lluvia generalmente es suficiente, desde fines de junio, para no tener necesidad de regar a partir de esas fechas.

En las tres localidades, se inoculan los viveros mediante inyecciones con roya del tallo, y también por medio de aceite y talco con roya del tallo y de la hoja para suplementar el inóculo natural.

Además de las tres localidades de mejoramiento mencionadas, los viveros de selección del CIMMYT y los bloques de progenitores se siembran durante el verano en Pátzcuaro, Michoacán, para evaluar los materiales por su resistencia a *Septoria tritici*; en El Refugio, Guanajuato, a fin de seleccionarlos por roya del tallo; y durante el invierno, en Río Bravo, Tamaulipas, y en Los Mochis, Sinaloa, a fin de evaluarlos por su resistencia a la roya de la hoja.

Genealogías del CIMMYT

Las genealogías en el programa de mejoramiento del CIMMYT comienzan con una designación alfabética de su cruza original:

- CD** = Cruzas de trigo duro desde 1973
CM = Cruzas de trigo harinero de 1970 a 1973 y cruzas de trigo duro de 1970 a 1973
CMB = Cruzas de cebada
CMH = Cruzas hechas para el mejoramiento de germoplasma especial
CT = Cruzas de triticales después de 1981
D = Cruzas de trigo duro antes de 1970
II = Cruzas de trigo harinero antes de 1970
SWM = Cruzas de primavera x invierno en trigo harinero
X = Cruzas de triticales antes de 1981

Estas letras son seguidas por un número de cruza. Por ejemplo, 33027 es la designación numérica dada a la cruza que produjo las líneas avanzadas de trigo harinero llamadas "Veery". En seguida del número de cruza, va una letra o una combinación de números y letras. Una letra indica la selección de una planta individual en la generación F₁, de cruza triples y dobles. En la combinación de números y letras, el número se usa para designar la selección de una planta individual del vivero F₂ y la letra indica la localidad de la selección. Estos están seguidos por una serie de combinaciones de números y letras, las cuales identifican las selecciones individuales por número de planta y localidad de la selección. Por ejemplo, CM26346-B-12Y-3M-1Y-0B indica que la cruza primavera x primavera, número 26346 fue hecha por el programa de trigo harinero en México como una cruza triple o una cruza doble. La letra (B) indica que la segunda selección de planta individual

se hizo dentro de la población originada por la cruce triple o doble. Posteriormente se cultivó en el CIANO, Valle del Yaqui, y fue la décimosegunda selección de la población F_2 (12Y). Posteriormente se sembró en Toluca, Estado de México, donde fue la tercera selección de F_3 (3M). El siguiente ciclo se sembró otra vez en el Valle del Yaqui donde fue la cuarta selección F_4 del surco de progenie (1Y). Finalmente se cultivó en El Batán donde se cosechó en masa en la generación F_5 (0B).

Viveros Básicos del CIMMYT



A menos que se haga la aclaración correspondiente, las siguientes descripciones son aplicables a los viveros de los cuatro cultivos del programa: trigo harinero, trigo duro, triticale y cebada. En la Figura 1 se resumen estos viveros y sus interrelaciones.

CB-Spring (Bloque de Progenitores de Primavera) contiene 500 líneas avanzadas y cultivares con nombre propio para usarse como progenitores en el programa de cruces. Las entradas se arreglan en el bloque de progenitores de acuerdo con su superioridad genética, previamente identificadas, para una o más características. Las líneas y los cultivares se separan en grupos tales como, alto rendimiento y/o amplia adaptación, resistencia a ciertas enfermedades, adaptación a ciertas regiones, tolerancia a toxicidad del aluminio, características de rendimiento y calidad industrial. Este agrupamiento tiene algunas diferencias entre los cuatro cultivos, de acuerdo a sus respectivas necesidades.

CB-Winter (Bloque de Progenitores de Invierno) está compuesto de líneas avanzadas y cultivares con nombre propio provenientes de materiales de hábito de invierno, para usarse como progenitores en el programa de cruzamientos de primavera x invierno. A excepción del programa de triticale, las entradas del bloque de progenitores de invierno se organizan de acuerdo con su origen. Este bloque de progenitores se trasplanta en CIANO, durante el mes de noviembre, después de 45 días de vernalización artificial. Este bloque se siembra en Toluca, en noviembre, sin vernalización artificial.

Misc. (Misceláneos) consiste de variedades y líneas avanzadas procedentes de programas de trigo fuera de México, recibidas por el CIMMYT, tanto en respuesta a solicitudes o como entradas de otros viveros internacionales (ver cuadros 1 y 2). Las líneas de este vivero han sido evaluadas por su resistencia a enfermedades y calidad agronómica general, por lo menos durante un ciclo de cultivo, en el vivero de observación de líneas (LO) en una de las localidades en las que trabaja el CIMMYT en México. El vivero de Misceláneos se examina continuamente a fin de seleccionar posibles progenitores para el programa de cruzamientos.

LO (Observación de Líneas) está compuesto de cultivares y líneas avanzadas recientemente recibidas de varios programas nacionales. Los cultivares en LO se evalúan por su resistencia a las enfermedades y su valor agronómico general. Si se identifican como posibles progenitores para cruces, se "gradúan" a los

viveros Misceláneos, o de Progenitores de Primavera o de Invierno (CB).

PC (Parcelas Chicas de Multiplicación) consiste de 600 a 2,000 líneas recientemente cosechadas en masa de las generaciones de F₅ a F₈. Estas líneas se evalúan por su resistencia a las enfermedades y por su comportamiento agronómico general. Todas las líneas en el vivero de PC en el CIANO son evaluadas simultáneamente en ensayos de rendimiento con repeticiones. Las líneas que muestran alto rendimiento, resistencia a las enfermedades, buena calidad de grano y resistencia al acame y al desgrane, se ponen a disposición de los cooperadores por medio de los Viveros Internacionales de Selección.

Experimentos (Ensayos de Rendimiento) consisten de líneas avanzadas procedentes de las PC que son posibles candidatos para entrar a los Viveros Internacionales de Selección. Los viveros experimentales son ensayos de rendimiento que se cultivan sólo en el CIANO. Cada experimento consiste de 30 entradas con tres repeticiones y con 2 a 5 variedades testigo. Además de probar su rendimiento, se evalúan todas las líneas por su resistencia a las enfermedades y su calidad industrial.

Viveros Internacionales de Selección. En estos viveros se incluye el IBWSN (Vivero Internacional de Selección de Trigo Harinero), el IDSN (Vivero Internacional de Selección de Trigo Duro), el ITSN (Vivero Internacional de Selección de Triticales), el IBON (Vivero Internacional de Observación de Cebada) y

el ISEPTON (Vivero Internacional de Observación de *Septoria*). Los cuatro primeros viveros están compuestos de líneas avanzadas del cultivo respectivo que han sido evaluadas en México y han mostrado rendimiento superior, resistencia a las enfermedades, calidad industrial aceptable y excelente valor agronómico general.

El ISEPTON consiste de líneas avanzadas de diferentes cultivos, incluyendo entradas procedentes de otros viveros de selección, de PC y de bloques de progenitores que los patólogos del CIMMYT prueban anualmente en Pátzcuaro, Michoacán, por su resistencia a *Septoria tritici*. El ISEPTON se distribuye internacionalmente a cooperadores, quienes regularmente informan de una alta incidencia de infección por *Septoria*. Las líneas más resistentes y con características agronómicas adecuadas son recicladas a través del programa de cruzamientos.

Cada vivero de selección está compuesto por 250 a 500 entradas seleccionadas de las líneas más rendidoras de las PC. Los viveros se envían anualmente a cerca de 200 localidades a través de todo el mundo (el número de localidades depende del cultivo), en un intento de poner a disposición de los colaboradores el material desarrollado más recientemente en el programa de mejoramiento del CIMMYT, así como para conocer el comportamiento de las entradas en un amplio rango de ambientes. Los cooperadores pueden usar el material directamente en sus programas nacionales de mejoramiento, pueden reelegir materiales para pruebas más específicas y su eventual liberación como variedades, o pueden también liberar directamente

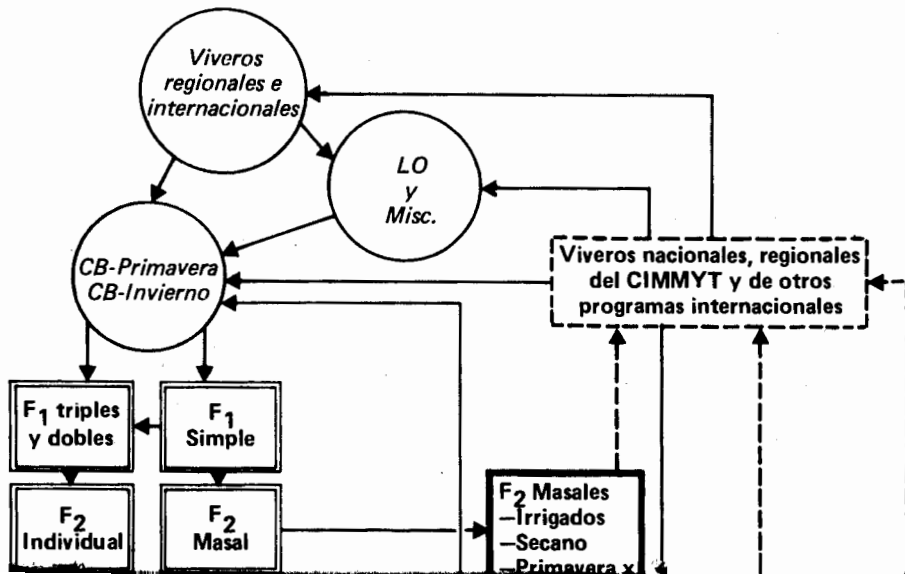
una entrada, siempre que se reconozca el país de origen en la liberación comercial. Debido a su alta calidad, se usa sólo semilla de las PC cultivadas en el CIANO para los viveros de selección.

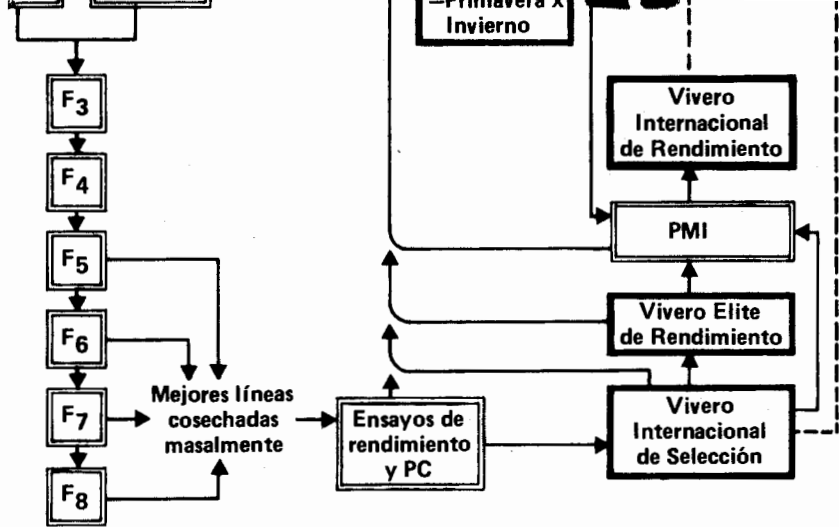
PMI (Parcelas de Multiplicación Internacional) son parcelas de multiplicación de semilla de líneas avanzadas enviadas por los colaboradores de programas nacionales de todo el mundo. También se incluyen las mejores líneas del programa de mejoramiento del CIMMYT que están destinadas a los ensayos internacionales de rendimiento y los ensayos de rendimiento de variedades élite. Entre 100 a 250 cultivares candidato, se seleccionan 49 para los ensayos de rendimiento (de los cultivares de trigo duro se seleccionan sólo 29). Además, se obtienen reservas de semilla de las líneas que tienen un potencial probado para ser usadas como cultivar y estas reservas se guardan por varios años. El vivero PM se siembra sólo en el CIANO, debido a la excelente calidad de las semillas que ahí se producen.

Viveros Internacionales de Rendimiento. Entre estos viveros se incluye: el ISWYN (Vivero Internacional de Rendimiento de Trigos de Primavera), el IDYN (Vivero Internacional de Rendimiento de Trigos Duros), el ITYN (Vivero Internacional de Rendimiento de Triticale) y el IBYT (Ensayo Internacional de Rendimiento de Cebada). Cada uno de estos viveros contiene 49 cultivares ya nombrados y líneas avanzadas (el vivero de trigo duro contiene 29 cultivares). No todos estos materiales han sido desarrollados

(Continúa Pág. 12)

10 **Figura 1. Movimiento de Germoplasma de los Programas de Trigo, Triticale y Cebada del CIMMYT**





— Viveros para uso del programa de mejoramiento del CIMMYT
 = Viveros de mejoramiento del CIMMYT

— Viveros internacionales del CIMMYT
 - - - Viveros nacionales, regionales del CIMMYT y otros programas internacionales

por el CIMMYT. Además, contienen una variedad local como testigo. Estas entradas se siembran en tres repeticiones. Los ensayos se envían anualmente a cerca de 100 localidades en todo el mundo. El tamaño de la parcela, igual en todas las localidades, es de 6 surcos de 2.5 m de largo y la parcela útil, que se cosecha para evaluar el rendimiento, comprende los cuatro surcos centrales. También se toman datos sobre características agronómicas y de enfermedades. Todos estos datos se envían al CIMMYT para su análisis y subsecuente publicación. El ISWYN, que se comenzó en 1964, fue uno de los primeros viveros internacionales de rendimiento. Su éxito ha contribuido al ímpetu necesario para establecer viveros internacionales de cada especie cultivada importante, en varios centros agrícolas internacionales e instituciones nacionales. Estos viveros han desempeñado un papel importante en la diseminación e identificación de cultivos ampliamente adaptados.

Ensayos Elite de Rendimiento. Los ensayos élite de rendimiento comprenden: el ESWYT (Ensayo Elite de Rendimiento de Trigo de Primavera) y el EDYT (Ensayo Elite de Rendimiento de Trigo Duro). En estos ensayos se incluyen 29 entradas de los materiales más avanzados del programa de mejoramiento del CIMMYT, los cuales ya han exhibido un alto potencial de rendimiento en el CIANO. Se siembran tres repeticiones de cada entrada y se reserva espacio para sembrar una variedad local como testigo. La semilla para los ensayos élite de rendimiento proviene del vivero

de PMI del CIANO. Los ensayos élite de rendimiento se envían a 30 ó 40 colaboradores seleccionados, cuyos datos ayudan a identificar variedades apropiadas para probarse en los ensayos internacionales de rendimiento (el ETYT no se distribuye para pruebas internacionales).

F₁ Simple está compuesta por la progenie de primera generación de cruzas simples (variedad o línea avanzada x variedad o línea avanzada). Las F₁ de las cruzas simples se hacen avanzar masalmente al vivero F₂ masal, y/o se usan como progenitores en la producción de cruzas dobles o triples.

F₁ Triple y Doble. Esta es la progenie de primera generación de las cruzas múltiples o triples (F₁ x variedad o línea avanzada) y cruzas dobles (F₁ x F₁). Las selecciones de plantas individuales son avanzadas al vivero F₂ individual.

F₂ Masal. Contiene la progenie de entradas seleccionadas del vivero F₁ simple, cosechadas masalmente. Para su distribución internacional, las entradas del vivero F₂ masal se categorizan de acuerdo a sus características agronómicas y de resistencia a enfermedades, conocidas o supuestas. Cada categoría de líneas comprende un vivero internacional simple que se distribuye a cooperadores en localidades apropiadas. Las categorías actuales del vivero F₂ masal son, por ejemplo: de riego, de seco y de primavera x invierno. La progenie de plantas seleccionadas individualmente se hacen avanzar al F₃.

F₂ Individual. Este vivero está constituido por la progenie de las selecciones de plantas individuales de los viveros F₁ triples y dobles. Las selecciones se hacen con base en el tipo de planta y en la resistencia a las enfermedades. Las selecciones de plantas individuales se hacen avanzar a F₃.

Viveros de Mejoramiento F₃ a F₈. Estos viveros permiten hacer la evaluación y la selección basadas en tipo de planta, resistencia a las enfermedades, tipo de grano y en datos preliminares de calidad y panificación. Las selecciones de plantas individuales se hacen en las generaciones F₃ a F₇, mientras que las selecciones masales se hacen en las generaciones F₅ a F₈. Estas últimas se transforman en líneas avanzadas que se incluyen en las PC y en los ensayos de rendimiento.



Viveros especiales del programa de cebada

CB Quality (Bloque de Progenitores de Calidad de Proteína). Este vivero contiene líneas con alto contenido de proteína y/o lisina, que provienen directamente de los programas nacionales y regionales, de las colecciones internacionales de cebada (USDA, G. A., Weibie's, etc.), de los programas de mejoramiento por mutaciones y de materiales desarrollados dentro del programa de mejoramiento de cebada del CIMMYT.

CB Resistance (Bloque de Progenitores de Resistencia). Este bloque de progenitores está constituido por líneas y variedades que proceden de programas nacionales y regiona-

les, de colecciones internacionales y de viveros de centros internacionales (por ejemplo, ICARDA). Estas líneas poseen genes que les confieren resistencia a: *Rhynchosporium secalis*, *Puccinia hordei*, *P. striiformis*, *Erysiphe graminis* y virus del enanismo amarillo de la cebada.

Generaciones Segregantes. Son todos los viveros compuestos por materiales segregantes de las generaciones F₃ a F₈ y se dividen en viveros precoces y de tipo normal.

Ensayos de Rendimiento. Los ensayos de rendimiento permiten hacer comparaciones objetivas entre los diferentes tipos de materiales. Las líneas avanzadas se prueban en ensayos por separado en los que se toman en cuenta sus características individuales. Estas líneas se dividen en tres grupos principales: tipos de grano con cáscara, tipos de grano desnudo y tipos precoces.

TN (Toros Nuevos). Este vivero contiene progenies de F₃ a F₈ de selecciones de plantas individuales hechas con base a tipos excepcionales de planta y con resistencia a las enfermedades. Los toros nuevos se usan como progenitores en el programa de cruzamiento.

Viveros especiales del programa de triticales

Poblaciones de Centeno. Estas poblaciones se mantienen para la producción de triticales primarios. Los tipos de primavera o de invierno se toman de la Colección Mundial de Centeno.



Cruzas de Trigo Harinero x Centeno. Estas cruzas se hacen para obtener triticales primarios octaploides. Los productos se tratan con colchicina y se siembra la generación siguiente en el vivero de triticales primario octaploide.

Triticales Primarios. El vivero de triticales primarios está compuesto de líneas de los viveros de triticales primarios octoploides y hexaploides, las cuales se observan por sus características agronómicas potencialmente

Cuadro 1. Viveros Regionales del CIMMYT.

Siglas*	Nombre	Cultivos
RDISN	Vivero Regional de Selección por Enfermedades e Insectos	Trigo harinero, trigo duro, triticales y cebada
RDTN	Vivero Regional Trampa de Enfermedades	Trigo harinero, trigo duro, y cebada
VEOLA	Vivero de Enfermedades y Observación de Latinoamérica	Trigo harinero, trigo duro, triticales y cebada
ELAR	Ensayo Latinoamericano de Royas	Trigo harinero, trigo duro y cebada
LACOS	Líneas Avanzadas del Cono Sur	Trigo harinero, trigo duro y triticales
ACWYT	Ensayo Cooperativo Africano de Rendimiento de Trigo	Trigo harinero, triticales y cebada
SNACWYT	Vivero de Selección para el Ensayo Cooperativo Africano de Rendimiento de Trigo	Trigo harinero, triticales y cebada

* Las siglas corresponden al nombre original del vivero, el cual puede estar en

útiles en cruzas posteriores. Las líneas superiores se cruzan con materiales del Bloque de Progenitores. Los descendientes se avanzan al vivero interespecífico simple F_1 .

F_1 a F_9 Interespecíficas. Consiste de cruzas triples o dobles en la F_1 interespecífica simple y en la evaluación en todos los demás viveros interespecíficos, principalmente para obtener tipos verdaderos y estables de triticale. Además de esto, los viveros se manejan de la misma manera que los viveros respecti-

Organización	Propósito	Distribución
Programa Regional del Medio Oriente del CIMMYT/ICARDA	Selección por resistencia a enfermedades	Hemisferio Oriental
Programa Regional del Medio Oriente del CIMMYT	Vigilancia de patógenos	Hemisferio Oriental
INIAP Ecuador/Programa Regional Andino del CIMMYT	Selección por resistencia a enfermedades	América Latina
INIAP Ecuador/Programa Regional Andino del CIMMYT	Vigilancia de patógenos	América Latina
INIA Chile/Programa Regional del Cono Sur del CIMMYT	Selección por resistencia a enfermedades y adaptación	Países del Cono Sur
Programa Regional de Africa Oriental del CIMMYT	Evaluación por rendimiento de líneas adaptadas a la región	Países de Africa Oriental
Programa Regional de Africa Oriental del CIMMYT	Identificación de líneas adaptadas regionalmente	Países de Africa Oriental

unos casos en inglés y en otros en español.

vos del programa normal de mejoramiento (Figura 1). Las buenas líneas de los viveros de F₅ a F₉ se cosechan masalmente y se avanzan a las PC y a los ensayos de rendimiento del programa normal.



Viveros regionales del CIMMYT

Los programas regionales del CIMMYT, en cooperación con las instituciones de su región respectiva, organizan algunos viveros

Cuadro 2. Otros Viveros Internacionales.

Siglas*	Nombre
ISWRN	Vivero Internacional de Roya de Trigo de Primavera
IWWPN	Vivero Internacional de Comportamiento de Trigo de Invierno
IWSWSN	Vivero Internacional de Selección de Trigo de Invierno x Primavera
IWSWYT	Vivero Internacional de Ensayo de Rendimiento de Trigo de Invierno x Primavera
RWYT	Ensayo Regional de Rendimiento
RBYT	Ensayo Regional de Rendimiento de Cebada
RFWYT	Ensayo de Rendimiento de Trigo de Secano
PON	Vivero de Observación Preliminar
RCB	Bloque Regional de Progenitores Ensayo-Conosur
UMSN	Vivero de Selección de la Universidad de Manitoba Ensayo Surafricano de Rendimiento de Trigo
AUSEN	Vivero de Septoria de Australia

* Las siglas corresponden al nombre original del vivero, el cual puede estar en

(Cuadro 1). Estos viveros consisten de variedades y líneas avanzadas que han mostrado adaptación a una región particular y deben ser probadas ahí sobre bases más amplias. Las líneas o cultivares que también pueden incluirse son aquéllas apropiadas para la detección de las enfermedades en ciertas áreas en donde éstas se presentan en forma intensa. El CIMMYT siembra estos viveros en localidades de México con objeto de reciclar materiales superiores en el programa de mejora-

Cultivos	Organización
Trigo harinero, trigo duro y triticale	USDA
Trigo harinero	Universidad de Nebraska
Trigo harinero	Universidad Estatal de Oregón
Trigo harinero	Universidad Estatal de Oregón
Trigo harinero y trigo duro	ICARDA
Cebada	ICARDA
Trigo harinero y trigo duro	ICARDA
Trigo harinero, trigo duro y cebada	ICARDA
Trigo harinero, trigo duro y cebada	ICARDA
Trigo harinero	EMBRAPA, Brasil
Triticale	Universidad de Manitoba
Trigo	Africa del Sur
Trigo	Consejo de Investigación de la Industria Triguera de Australia

unos casos en inglés y en otros en español

miento, a través de los viveros Misceláneo (Misc.) o de Observación de Líneas (LO).



Otros viveros internacionales

En el Cuadro 2 se enlistan otros viveros internacionales importantes para el Programa de Trigo del CIMMYT. La mayor parte de estos viveros se reciben en el CIMMYT con objeto de seleccionar material para su posible uso en el programa de base.

