

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD DEL MAÍZ EN MÉXICO

Dr. Alejandro Espinosa Calderón¹, M.C. Margarita Tadeo Robledo², Dr. Mauro Sierra Macías³, Dr. Noel Gómez Montiel⁴, Dr. Bulmaro Coutiño Estrada⁵, M.C. Artemio Palafox Caballero³.

¹ Investigador de Producción de Semillas, CEVAMEX INIFAP, Km. E-mail: espinoale@yahoo.com.mx y Profesor de Asignatura "A" Definitivo, FESC, UNAM. Teléfono: (595) 95 428 77 ext. 111 y 119, Fax: (595) 95 46528.

² Jefa del Departamento de Ciencias Agrícolas, Ingeniería Agrícola, FES-Cuautitlan UNAM, México. tadeorobledo@yahoo.com Tel. y fax (55) 56231841

³ Investigador de Maíz, Campo Experimental Cotaxtla, CIRGOC, INIFAP, SAGARPA.

⁴ Investigador de Maíz, Campo Experimental Iguala, CIRPAS, INIFAP, SAGARPA.

⁵ Investigador de Maíz, Campo Experimental Centro de Chiapas, CIRPAS, INIFAP, Mail: bulmaro@unach.mx

AREA TEMÁTICA: Biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

Se considera con orgullo que los mexicanos somos gente de maíz, Octavio Paz afirmó que el desarrollo del maíz por los mexicanos sólo puede compararse con el descubrimiento del fuego por el hombre. Los restos arqueológicos más antiguos fueron ubicados en la cueva llamada Guilá Naquitz en Oaxaca, hace 6250. El segundo fósil más antiguo de maíz fue encontrado en la cueva de San Marcos cerca de Tehuacan, Puebla, la cual data de hace 5500 años (Long *et al.*, 1989, citados por Turrent, 2004).

En el mundo se cosechan 136 millones de hectáreas de maíz, en contraste con 212 millones de hectáreas de trigo, sin embargo se obtienen 590 millones de toneladas métricas de maíz a diferencia de 567 millones de toneladas métricas de trigo, el rendimiento medio de maíz es de 4.34 ton/ha a diferencia de 2.67 ton/ha de trigo (Turrent, 2004) En México en más de 64 años de investigación en mejoramiento genético de maíz, realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y sus antecesores, se ha tratado de cubrir las necesidades de híbridos y variedades mejoradas, con adaptación específica a diferentes condiciones ambientales. En total se han liberado 231 híbridos y variedades mejoradas. Por décadas se puso énfasis en los híbridos de cruzamiento doble y variedades mejoradas de polinización libre, ambos tipos de variedades trataron de cubrir mayor superficie de recomendación además de promover el uso de semilla mejorada, el cual es escaso (33 %), implementándose algunos esquemas en forma cíclica para tratar de elevar el nivel de uso, como fue el Programa Kilo por Kilo, de maíz el cual se basó en el subsidio del uso de semilla mejorada intercambiando semilla criolla por semilla certificada. Este programa operó de 1996 al 2001, sin embargo distintos errores y sesgos impidieron resultados esperados inicialmente. En otra forma podría haber funcionado como catalizador para favorecer el avance en la producción en México fortaleciendo los programas de mejoramiento genético y producción de semillas nacionales. El INIFAP liberó los últimos 6 años más de 30 nuevos maíces de calidad normal con características agronómicas ventajosas para diferentes regiones de México,

adicionalmente los últimos tres años liberó 21 nuevos maíces de calidad proteínica (QPM) para promover tratar de elevar el nivel nutricional de los mexicanos con este tipo de variedades, las cuales poseen el doble en porcentaje de los aminoácidos lisina y triptofano.

En este trabajo se analiza el desempeño de la investigación en mejoramiento genético oficial y su relación e importancia con respecto a la conservación de la biodiversidad del maíz en México. Se presenta de manera resumida los aspectos relevantes de las variedades y su relación con el uso de las razas de maíz en la generación de nuevos híbridos y variedades. Ubicando en forma practica el entorno de la situación actual de la actividad del INIFAP y lo que ocurre en México con relación a su impacto en el sistema y comercio de semillas.

IMPORTANCIA DE LA SEMILLA MEJORADA Y CERTIFICADA

El uso de semilla mejorada es un elemento clave en todos los países, para alcanzar niveles competitivos en la producción. En México y Centro América, el uso de semilla mejorada de maíz es aún muy bajo. A excepción de El Salvador, donde el uso de la semilla híbrida supera el 50% de la superficie total sembrada, el resto de países de la región registran un bajo uso de semilla mejorada, sembrándose una proporción importante de esta superficie con variedades de polinización libre (VPL), y muy poco con semilla híbrida. En México cada año se siembran de 7 a 8.4 millones de hectáreas (Sánchez, *et al*, 1998) de maíz.

En la investigación en México desde 1940, Destacaron dos grandes corrientes, una de ellas promovía el empleo de híbridos (de cruza doble en su mayoría) y otra el uso de variedades mejoradas de polinización libre, en este ultimo tipo se trató de aprovechar las variedades o híbridos estabilizados. Ambos tipos de variedades trataron de cubrir una mayor superficie de recomendación además de promover el uso de semilla mejorada. Los últimos años el Dr. Turrent e investigadores de maíz definieron en el INIFAP que en México mayoritariamente existen 15 grandes macroambientes donde se cultiva maíz, en cada uno de estos macroambientes se presentan por su potencial productivo, las provincias agronómicas, las cuales fueron clasificadas con base a elementos de productividad como es disponibilidad de humedad, fertilidad, pendiente, profundidad de suelo, etc. Lo anterior podría ser un auxiliar para organizar y determinar el tipo de variedades que conviene sembrarse en cada agrosistema, de esta manera en las áreas de riego deben sembrarse híbridos de cruza simple ya que estos explotan al máximo las ventajas favorables de estas provincias; en las áreas de "Muy Buena Productividad" conviene emplearse híbridos trilineales y dobles; en cambio en las superficies de "Buena productividad" es mejor el uso de cruza dobles; en las áreas de "Mediana Productividad" el tipo de variedades que convienen son las sintéticas, híbridos varietales y variedades mejoradas de polinización libre, las cuales amortiguan las características limitantes de estos agrosistemas. De la combinación de 15 macroambientes y cinco provincias agronómicas resultaría de manera simplista 75 ambientes específicos con cierto nivel productivo, para los cuales se requerirían variedades adecuadas a cada condición. Es evidente que el número de variedades

desarrolladas es insuficiente para cubrir las condiciones donde se cultiva maíz. Por otra parte, el número de variedades tampoco apoyaría la conservación de la biodiversidad.

El uso de nuevas variedades mejoradas implica en mayor o menor medida impacto en la biodiversidad directamente proporcional al número de variedades que se utilicen en forma extensiva. Es claro que la percepción y estrategia de las grandes empresas considera el uso de pocas variedades para facilitar la producción de semilla y manejo de los esquemas y planes de multiplicación. En cambio la concepción desde el punto de vista tratando de mantener la biodiversidad, implica el mayor número posible de variedades mejoradas. Otro elemento en contra de la biodiversidad se concentra en los programas que ha promovido la SAGARPA y sus antecesores como fue el programa kilo por kilo de maíz, que bajo el objetivo de propiciar una mayor utilización de semilla mejorada a través del cambio de esta por semilla criolla, tratando de duplicar el nivel de uso de semilla certificada de los mejores materiales disponibles. Distribuyó semilla para más de 400 mil hectáreas cada año, además de apoyar la organización de la multiplicación de semilla en categorías: original, básica, registrada, certificada. Dado que las variedades son muy pocas, se propicia uso intensivo y extensivo de pocas variedades en grandes extensiones. Este tipo de esquemas fueron utilizados con éxito en otros países, en Estados Unidos de Norteamérica el uso en 99% de híbridos simples de maíz se logró con base a un programa un tanto similar al Kilo por kilo, es decir la entrega subsidiada de semilla, donde hubo una participación relevante de la empresa de semillas Pioneer, después de que la familia Wallace accedió a niveles de decisión en la política agropecuaria en la época de la Guerra mundial.

IMPORTANCIA DE LAS RAZAS DE MAÍZ EN NUEVOS MATERIALES

Se tienen descritas más de 50 razas diferentes en México, de un universo estimado en más de 200 razas a nivel mundial, reconociéndose gran variación dentro de poblaciones de la misma raza (Ortega *et al.*, 1991). Dentro de cada raza existe variación de rubrazas, variedades y en el caso específico de maíz toda una gama de poblaciones genéticamente mejoradas, donde se incluyen variedades de polinización libre así como diferente tipo de híbridos, obtenidos todos ellos por selección recurrente, variedades compuestas, variedades sintéticas, híbridos simples, híbridos trilineales e híbridos dobles. Obtener y Desarrollar una nueva variedad de maíz, implica una gran inversión económica y por lo menos 12 años de dedicación constante de personal altamente capacitado, para elegir el mejor germoplasma, la raza de donde proviene el germoplasma, sus características, derivación de líneas, formación de híbridos, y/o variedades, evaluación y selección de mejores materiales, validación comercial, incremento de progenitores, producción de semilla, distribución comercial, frecuentemente se tienen resultados después de 20 ó más años. Por ello mismo obtener, desarrollar y promover una nueva variedad es una actividad que se considera estratégica para cada país, donde se resume el esfuerzo de numerosos científicos.

PARTICIPACIÓN DE RAZAS EN VARIEDADES LIBERADAS HASTA AHORA.

El uso de razas de maíz en el mejoramiento genético en México se ha concentrado en pocas razas, de las 50 que se han documentado (Sánchez, 1989), se han aprovechado intensamente:

Chalqueño: Para los Valles Altos del centro del país, con énfasis para ciclos tardíos de riego o humedad residual, ubicadas entre 2200 a 2600 msnm. Ejemplos: H-125, H-126, H-129, H-131, H-137, H-139.

Cónico: Para los Valles Altos del centro del país, con énfasis para ciclos precoces de temporal o siembras tardías. Ubicadas entre 2200 a 2600 msnm. Ejemplos: H-28, H-30, H-33, H-34, VS-22, V-25, V-23.

Celaya: Para condiciones tipo Bajío y regiones similares (subtropicales), con énfasis para ciclos tardíos de riego, ubicadas en altitudes entre 1200 a 1800 msnm. H-309, VS-373, H-366, CELAYA II,

Bolita: Para condiciones tipo Bajío y regiones similares (subtropicales), con énfasis para ciclos precoces de temporal o siembras tardías, ubicadas en altitudes entre 1200 a 1800 msnm. H-220, CAFIME, VS-201, VS-203, H-204.

Tuxpeño: Para condiciones tropicales, es decir tierras bajas y húmedas del Golfo, para ciclos de riego y/o temporal, ubicadas en altitudes entre 0 a 1200 msnm. H-507, H-510, H-513, H-512, VS-536, VS-535, VS-529.

Comiteco: Para condiciones de Chiapas, específicamente en la Meseta Comiteca, bajo condiciones de temporal. Ejemplos: V-229, V-231 A.

IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD POR EL MEJORAMIENTO GENETICO

El riesgo inminente por el escaso uso de las razas y el uso extensivo de variedades mejoradas, es que se han perdido gran cantidad de criollos y variabilidad en las diferentes razas, las cuales no se han aprovechado cabalmente y seguramente será difícil que se utilicen. Es innegable y fundamental la necesidad de aprovechar racionalmente los recursos genéticos y específicamente las razas para propiciar esquemas sustentables en la agricultura y uso de variedades con mayor diversidad genética.

Diversos trabajos han demostrado que existe una alta heterosis entre cruzamientos interraciales y que se pueden aprovechar las razas de maíz disponibles para obtener variedades mejoradas de diferente tipo, de hecho el M.C. Flavio Aragón Cuevas del INIFAP, esta desarrollando nuevas variedades para Oaxaca, producto del mejoramiento "in situ" de maíces criollos que pertenecen a diferentes razas, para Guerrero el Dr. Noel Gómez Montiel del mismo Instituto ha desarrollado dos nuevas variedades para la montaña donde se tuvo cuidado de mantener una alta proporción de la raza "Pepitilla" por la calidad de tortilla que se fabrica con esta raza, ya que se reconoce que las tortillas de mejor sabor en el mundo se cocinan con esta raza.

Para la Sierra Purepecha la M.C. Cristina Arroyo del INIFAP desarrollo dos nuevas variedades una llamada Pichataro y otra Corupo, donde finalmente se logró superar el rendimiento de otros criollos porque se aplicó mejoramiento "in situ", combinando materiales locales con un material mejorado y retrocruzando hacia los materiales locales. Los últimos 10 años con la incursión del CIMMYT en esquemas de hibridación, lo que incluye la obtención y liberación de líneas para diferentes programas nacionales de mejoramiento, así como las empresas privadas (Pioneer, Asgrow, Dekalb, Cargill, ASPROS, Berentsen, FILMEX, CORREA, INIFAP, UNAM. CP, UAAAN, UAEM, ICAMEX), los distintos programas tienen acceso a similares materiales, existiendo con frecuencia uso de materiales similares, los cuales si bien fueron desarrollados con la incorporación de mayor variabilidad genética, es decir con la participación de otras razas de maíz. Es probable que se presente en un futuro alguna problemática por el

uso excesivo de pocas líneas, ante lo cual es necesario fortalecer los trabajos específicos en cada institución o empresa, ya que podría incrementarse la incidencia de algunas enfermedades. Con base en el Agro sistema específico para cada tipo de agricultor deben promoverse variedades que exploten adecuadamente esas condiciones. En maíz podrían aprovecharse los resultados de investigación para ofrecer semilla de variedades no convencionales para agricultores de subsistencia y tradicionales. Las variedades no convencionales son combinaciones de variedades mejoradas con materiales nativos, con lo cual se logra mayor rendimiento además de amortiguarse la erosión genética por el uso extensivo de materiales únicos para grandes regiones (Espinosa, 1997).

Para Valles Altos, región donde se siembran más de 700 mil hectáreas bajo riego o muy buen temporal, pero solo se usa semilla certificada en 6%, el INIFAP cuenta con los híbridos H-40, H-42, H-44, H-48, H-50, solo de este último híbrido se produjeron más de 200 toneladas de semilla certificada cada año en el estado de México, por parte de la Federación de Productores de Maíz del estado de México, ICAMEX, SEVAMEX, así como otras agrupaciones de productores, con esta semilla se han sembrado por lo menos 10,000 hectáreas con este material; el año próximo seguramente se contará con semilla para la siembra de 30,000 o 40,000 hectáreas de este híbrido, sin embargo desde el punto de vista de los autores de este trabajo, no deberían sembrarse más de 15 o 20,000 hectáreas con este híbrido y es responsabilidad de quienes aspiramos a la sustentabilidad, así como el INIFAP ofrecer el mayor número de variedades mejoradas posible, cada variedad mejorada no debería exceder en la siembra de 5,000 a 10,000 hectáreas. Esto implica el hecho de tratar de mantener en nivel adecuado la variabilidad genética, optimizar la productividad y explotar en forma adecuada los macro ambientes y provincias agronómicas. Lo anterior tiene la seria desventaja que el INIFAP no está posicionado con sus variedades y que a las grandes empresas de semillas les conviene producir y comercializar pocos híbridos para grandes extensiones y regiones, un ejemplo lo representa el híbrido Pantera, el cual ha sido recomendado para su siembra por la empresa en Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, etc. Lo cual implica la erosión genética de diversas variedades, como fitomejorador de maíz no es adecuado que este material supere a materiales de investigadores en cada uno de los estados señalados, por lo cual debe redoblarse el esfuerzo y obtener materiales de excelencia que compitan y se posicionen con ventajas agronómicas. Si se considera un uso máximo de 10,000 hectáreas de cada variedad mejorada, significa que se necesitarían 850 variedades mejoradas para 8.5 millones de hectáreas en México, si se considera a las 231 variedades liberadas por el INIFAP, en toda su historia entonces es evidente que el reto es muy grande, pero debe ser enfrentado a pesar de las decisiones poco claras de algunas autoridades.

LOS RIESGOS DE LA ESCASA VARIABILIDAD GENÉTICA

El empleo de la androesterilidad en el progenitor femenino facilita la producción de semilla híbrida. Este esquema dejó de utilizarse por las empresas de semillas después de 1970 por el uso único y generalizado de la fuente de esterilidad cms-T, debido a la susceptibilidad a la enfermedad del tizón foliar causada por el hongo *Helminthosporium maydis* raza T, que ocasionó una epifitía en 90% del maíz con cms-T en la faja de maíz en U.S.A. A fines de los 70 y comienzo de los 80, con nuevos tipos de cms y fuentes de esterilidad masculina (principalmente los tipos C y S), fueron retomados las

investigaciones para aprovechar este esquema en la producción de semilla híbrida de maíz. Actualmente los tipos C y S están siendo usados en alrededor de un 20 al 30% del área de producción de semilla en Norteamérica, en las empresas más importantes se desarrolla investigación para identificar nuevas fuentes con lo cual se han diversificado en cada tipo de esterilidad las fuentes para no depender de una sola y evitar la incidencia de enfermedades, se analiza con cuidado las características específicas, se revisa la estabilidad en condiciones de temperatura y humedad diferentes.

El uso de semilla certificada es escaso en Valles Altos (6%), lo que es producto de diversos factores, entre los cuales destacan la necesidad de híbridos de maíz de alto potencial de rendimiento de grano, además de que la disponibilidad y calidad de semilla tenga mayor certidumbre, con precios de semilla menos elevados, otro aspecto que limita la producción y adopción de semilla certificada es que es indispensable facilitar el incremento de semilla con practicas que favorezcan la calidad. Para mantener la calidad genética en la producción de semilla es necesario efectuar oportuna y adecuadamente el desespigue. En ello se invierten de 24 a 50 jornales por hectárea, una posibilidad para facilitar la producción de semilla híbrida, es el uso de la androesterilidad, lo que representa una ventaja para promover la producción y uso de semilla, y ayudar en el abasto de semillas ante el cierre de la PRONASE. Cabe aclarar que ha sido frecuente la baja de lotes de semilla por deficiencias en el desespigamiento, ante ello en se trabajó en el esquema de androesterilidad para los híbridos de calidad normal denominados H-48 AE, H-50 AE y H-153 AE, así como otros maíces híbridos de calidad proteínica.

LA CONTAMINACIÓN CON TRANSGENES EN MÉXICO

A partir de la nota en Nature publicada por Quist y Chapela (2001), donde reporta la presencia en maíces criollos de contaminantes de trasgenes en Oaxaca, se desató una polémica sobre la supuesta contaminación, sobre los planteamientos y metodología, lo cual ha quedado rebasado finalmente el 13 de febrero de 2004 con la presentación preliminar de resultados de los análisis realizados por la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). La CIBIOGEM ratifica lo que había señalado Chapela, es decir que si esta presente la contaminación con transgenes en los materiales criollo de Oaxaca. Se reconoce la presencia de un 7 % de muestras con transgenes, lo cual es elevado. Sin embargo la Comisión Intersecretarial por conducto del Dr. Víctor Villalobos, Dr. Ariel Morales y Dra. Amanda Gálvez lejos de dar claridad sobre el tema, propician mayores dudas por la forma como presentan y manejan la información. Desde mi punto de vista con mi experiencia como genetista y fitomejorador de maíz deseo llamar la atención sobre los puntos siguientes:

Es inadmisibile el exceso de optimismo y los errores conceptuales fundamentales que generan poca credibilidad en los planteamientos, los doctores Víctor Villalobos Arambula, Ariel Morales y Amanda Gálvez señalan que en “muestreos posteriores y con base a algunas encuestas, se han visitado los lugares para ver si es posible determinar algún efecto y todos los resultados hasta ahorita indican que estos transgenes tienden a desaparecer”. El razonamiento en que basan que tienden a desaparecer es débil. “Es muy interesante cuando uno visita estos lugares y ve uno, aprende uno cómo los

productores manejan sus cultivos. El productor de maíz criollo selecciona dentro de su parcela el maíz que se ve mejor, pero que se ve mejor de acuerdo a si él siembra maíz azul, blanco, rojo, pinto, amarillo, de qué tamaño es la mazorca, cómo es la textura, el tamaño del grano, si es un maíz para hacer tamales, si es un maíz cacahuatzintle para algunas comidas en particular. Esto nos hace pensar entonces que aunque haya algunas características en estos maíces, como puede ser por ejemplo resistencia herbicida o resistencia a algún insecto, no la está seleccionando el productor. Si hay un maíz resistente a insectos, que no se lo comieron los insectos, pero que no tiene las características de lo que él usa, de lo que él quiere, de lo que él puede vender en el mercado local, no lo va a usar, lo va a usar para consumo, se lo dará a los animales, pero él busca características que no están asociadas a lo que ofrece el transgen, a las características que ofrece el transgen. Nosotros hemos hecho algunas encuestas en donde le hemos preguntado a los productores si ha tenido problemas, cambios en su maíz, si ha tenido que cambiar de grano, por lo menos el 90 por ciento de los productores en la encuesta que hemos hecho, nos han dicho que ellos siguen utilizando el grano de la cosecha anterior, por no han tenido necesidad de cambiar, su maíz sigue siendo el mismo”.

Otra aseveración en el informe señala que **“Los criollos han estado sujetos a esas contaminaciones por los materiales híbridos desde los últimos 30 años, y los criollos nunca han perdido su identidad”**, sin embargo el flujo de genes de híbridos esta documentado e incluso su efecto positivo en diversas regiones ha demostrado el avance en el rendimiento, pero es una condición diferente porque los genes de esos híbridos poseen un desempeño convencional al ser genes de la misma especie. En el caso de los transgenes el comportamiento de estos genes tiene impacto en las poblaciones porque al no ser de la misma especie, su capacidad replicativa multiplica su presencia en forma exponencial. En una sola generación de polinización aleatoria una población de criollos llega al equilibrio genético, porque los genes de esos híbridos se diluyen en la población. En cambio la capacidad replicativa de un transgen al no estar previamente en la planta, podría generar una capacidad replicativa de la unidad es decir 100%, lo cual no ocurre en la naturaleza por aspectos evolutivos y riesgos graves que la misma evolución previene. Ante la presencia de un gen no reconocido podría replicarse en la fecundación después de la meiosis, en ese caso un solo transgen podría estar presente en poco tiempo en todo el maíz de México. La anterior explicación muestra que debe analizarse con detenimiento lo que ocurre con un gen que llega a una especie diferente, debe clarificarse sobre el efecto de la posición del gene, genes menores, genes modificadores, efectos de interacción, así como otros aspectos del desempeño no convencional de los genes.

BIBLIOGRAFIA

Espinosa C., A. 1992. Consideraciones sobre la dependencia tecnológica en la producción de semillas de maíz en México. en: Implicaciones del progreso tecnológico en la agricultura de países en desarrollo. CIESTAAM-Humboldt, Universidad, Jerusalem-UACH, pag.. 348-362. Chapingo, México.

Espinosa C., A., M. Tadeo R. y G. Asteinza B. 1992. Tecnología de producción de semilla del híbrido de maíz h-137. en: Agronegocios en México. vol. 9:42-50.

Espinosa C., A. 1993. Tecnología de producción de semillas de maíz en México. en: Primer Simposium Internacional "el Maíz en la Década de los 90", Edo.. SARH-Delegación Jalisco. pag.. 27-33, Guadalajara, Jalisco.

Espinosa C., A., J. J. Castellón G., J. I. Cortes F., A. Turrent F. 1993. Producción de semillas certificadas de maíz a través de microempresas como una estrategia de abastecimiento para México. *Sistemas de producción y Desarrollo Agrícola*, pag.. 401-403.

Espinosa C., A. M. Tadeo R., A. Piña del Valle. 1995. Estabilidad del rendimiento en híbridos de maíz por diferente orden de cruza en la producción de semilla. en: *Agronomía Mesoamericana* 6: 98-103. Alajuela, Costa Rica.

Espinosa C., A., M. Tadeo, R., A. Piña del V., R. Martínez M. 1997. Capacidad productiva de cruza de variedades e maíz de polinización libre combinadas con híbridos simples de maíz.”, *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 8:139- 142, costa rica. 1997.

Espinosa C., A., A. Tapia N., R. Aveldaño S., M. A. López P. 1997. Análisis económico de la producción y uso de semilla mejorada de maíz en México: el caso kilo por kilo. En: memoria del XVII Seminario Internacional de Economía Agrícola del Tercer Mundo, México.

López-Pereira, M.A. y A. Espinosa C. 1992. Análisis económico de la producción y uso de semilla mejorada de maíz en México. En: XXXIV Reunión del PCCMCA, pp.. 1-20, Guatemala, Guatemala.

López-Pereira, M.A. and M. P. Filippello. 1995. Emerging Roles of the Public and Private Sectors of Maize Seed Industries in the Developing World. CIMMYT Economics Program Working Paper 95-01. México, D.F.

Sánchez R., F. A. Martínez M., L. A. López I. 1998. Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano. FIRA, Boletín Informativo, Num, 309:XXX. P. 88.