

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

INDICADORES ECONÓMICOS PARA LA PRODUCCIÓN Y USO DE SEMILLA MEJORADA DE MAÍZ DE CALIDAD PROTEÍNICA (QPM) EN MÉXICO¹

Alejandro Espinosa², Miguel Ángel López³, Noel Gómez⁴, Esteban Betanzos⁴, Mauro Sierra⁴, Bulmaro Coutiño⁴, Rodrigo Aveldaño⁵, Ernesto Preciado⁴, Arturo D. Terrón⁴

RESUMEN

Indicadores económicos para la producción y uso de semilla mejorada de maíz de calidad proteínica (QPM) en México. Para propiciar un uso extensivo de los maíces de calidad proteínica (QPM), esquemas como Kilo por Kilo de maíz, podrían ser una alternativa para apoyar su difusión. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en coordinación con el CIMMYT, intensificó trabajos de investigación que permitieron la liberación comercial de híbridos y variedades de maíz QPM. Sin embargo aunado a las características de cada uno de los materiales, conviene analizar, las implicaciones económicas del uso de su semilla, es decir con base en su conformación como híbridos simples, trilineales, varietales y las variedades de polinización libre, ya que existe un problema potencial de la capacidad productiva y calidad de las líneas progenitoras; lo que hace necesario analizar la eficiencia en la producción de semilla de los híbridos. En este trabajo se analiza el impacto que tiene la productividad de cada progenitor en el costo de producción de híbridos mexicanos, con base en niveles mínimos de productividad. También, se estiman los precios que los agricultores estarían dispuestos a pagar por semilla mejorada de variedades de calidad proteínica.

ABSTRACT

Economic indexes for the production and use of improved corn of quality protein (QPM) in Mexico. To promote the extensive use of quality protein corns (QPM), schemes as kg/kg of corn could be an alternative to support its spreading. The Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) in coordination with the CIMMYT, intensified research projects which allowed the releasing of commercial hybrids and QPM corn varieties. However, joint to the characteristics of each one of the materials, it is convenient to analyze the economic implications of the use of these seeds, based on their conformation as simple hybrids, trilineal, varietals, open-pollinated varieties, because there is a potential problem of its productive capacity and quality of progeny lines; which makes it necessary to analyze the efficiency of producing hybrid seeds. This work analyzes the impact of the productivity of each progenitor on the cost of producing mexican hybrids, based on the minimum productivity level. Also, an estimate is shown of the prices the farmers are willing to pay for the improved seed of quality protein varieties.



¹ Recibido para publicación el 23 de setiembre del 2002.

² INIFAP-SAGARPA. Campo Experimental Valle de México, Km. 18.5 Carretera México – Lechería, Apartado Postal 10, C.P. 56230, Chapin- go, México. E-mail: espinoal@inifap2.inifap.conacyt.mx y espinoale@yahoo.com.mx

³ Programa de Socioeconomía, CIMMYT, El Batán, México, Hasta 1993

⁴ Campo Experimental Iguala, Campo Experimental Centro de Chiapas, Campo Experimental Cotaxtla, Campo Experimental Centro de Chia- pas, Campo Experimental Bajío, INIFAP, respectivamente.

⁵ Director General de Investigación Agrícola, INIFAP, hasta junio de 2002.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los países en desarrollo la producción de maíz está a cargo principalmente de agricultores de pequeña escala, que producen maíz en condiciones de semi-subsistencia, otra parte del reto es la generación de tecnología para obtener semilla mejorada barata, de manera que estos agricultores puedan tener acceso a ella. Debido principalmente a esta característica de los productores de maíz, los sistemas nacionales de investigación en muchos países han enfocado sus esfuerzos a la producción de Variedades de Polinización Libre (VPL), por considerarse que estas son más adecuadas para los agricultores de pequeña escala con limitados recursos de capital. La base de este razonamiento, es que la semilla de VPL puede ser usada por los agricultores por varios ciclos, sin esperar disminuciones sustanciales en los rendimientos. Por otra parte, el uso de híbridos normalmente requiere la compra de semilla todos los años, ya que el uso de generaciones avanzadas implica el riesgo de fuertes reducciones en los rendimientos. Como resultado, las VPL representan más del 60% de los materiales desarrollados en el período 1966-90 (Morris y López-Pereira 1991). Sin embargo, aún los agricultores de pequeña escala tienen derecho a variedades productivas cuando el potencial productivo de sus tierras indica que es conveniente el uso de híbridos en su parcela. Recientemente el INIFAP ha promovido el uso de semilla de maíz de calidad proteínica (QPM), con base en la mayor presencia de lisina y triptofano, lo que le da una mayor calidad alimentaria al consumo de maíz, grano que en forma inicial es deficiente en ambos aminoácidos, ante ello es importante promover y plantear los esquemas de adopción ya que son variedades nuevas con rendimientos competitivos así como la venta de calidad proteínica.

Existen evidencias de que los agricultores de pequeña escala están dispuestos a usar semilla híbrida, si esta tiene el potencial de superar claramente los rendimientos de los materiales que ellos usan, como los demuestran los casos de El Salvador, Zimbabwe, China y Kenia, entre otros. Una característica común en todos, estos países, es que la semilla es relativamente barata y de fácil acceso para los agricultores. El Cuadro 1 presenta el precio relativo de la semilla mejorada con respecto al precio del grano comercial, así como los niveles estimados de adopción de semilla mejorada en algunos países en desarrollo. Puede notarse una marcada correspondencia (negativa) entre el precio relativo y el uso de semilla híbrida en este grupo de países. Los ejemplos más claros son los de Zimbabwe, con precio de semilla híbrida muy bajo y alto nivel de adopción; y Tailandia, donde la semilla híbrida es muy cara y la semilla de VPL muy barata y, como resultado, el nivel de

Cuadro 1. Relación de precio semilla: grano y uso de semilla mejorada de maíz de países en desarrollo*.

País	Relación de precio Semilla:grano		Uso de semilla mejorada de maíz ^b	
	VPLs	Híbrido	VPLs	Híbrido
Kenia	4,0	4,5	b	61
Zambia	7,3	9,0	9	53
Zimbabwe	1,9	5,0	17	60
China	—	1,2	0	80
El Salvador	3,0	3,6	0	71
Guatemala	2,9	3,7	24	36
Brasil	6,7	9,2	13	60
Perú	2,1	4,2	7	43
Venezuela	3,3	4,7	13	30
México	5,5	7,1	14	12
Tailandia	5,7	18,2	62	8
Indonesia	6,0	14,0	24	1
Filipinas	4,3	14,3	25	1
Camerún	3,3	25,0	30	0

* La relación de precio de semilla híbrida que se presenta corresponde a semilla de híbridos dobles.

* a excepción de Zimbabwe y China, que corresponden a híbridos de cruza simple.

^b Porcentaje de la superficie total de maíz en el país.

adopción de híbridos es bajo y el de VPL muy alto. Sin embargo, debe notarse que el precio de semilla mejorada de maíz en países en desarrollo depende en gran medida de la actividad del sector público en la investigación y desarrollo de materiales, y de la presencia de una industria de semillas eficiente y competitiva. También, aún si la semilla es barata pueden existir otros factores que impiden su difusión. Estos factores pueden estar relacionados con las políticas agrícolas que reducen el estímulo para usar tecnologías avanzadas en la producción de maíz; sectores de semilla ineficientes; falta de canales de comercialización o factores climáticos que hacen difícil el desarrollo de materiales adaptados a los diferentes ambientes, existen otros factores que generan incertidumbre y propician distorsión en la promoción y uso de las semillas certificadas, con características particulares dependiendo de distintas regiones.

En este trabajo se presenta un análisis económico de los costos de producción de semilla mejorada de maíz de calidad proteínica (QPM), y se comparan los precios a los cuales se podría vender con los precios que los agricultores estarían dispuestos a pagar, dados los incrementos de rendimiento que ofrecen, en ausencia del programa kilo por kilo ó por regiones donde este programa no se ha instrumentado. Los principios que se presentan son luego aplicados en el contexto de la

producción y uso potencial de semilla mejorada de maíz (QPM) en México, con la ventaja adicional de la calidad proteínica de las nuevas variedades.

Costos de producción de semilla mejorada de maíz QPM

Dado que la semilla básica y registrada ya se encuentra disponible, los costos de producción de semilla certificada de maíz (QPM) serían similares a una producción de semilla comercial, es decir certificada de maíz de calidad normal, lo que implica labores especializadas que se realizan para la producción de semilla. Estas labores especializadas son más costosas en el caso de producción de semilla híbrida, que de VPL. Esto incluye desmezclas (roguing), desespigues y uso de una porción de la superficie sembrada con plantas que sirven sólo como proveedores de polen, y que no producen semilla comercial. En el caso de VPL, las labores de roguing son menos costosas; y el hecho de que toda la superficie de producción es cubierta con plantas que desempeñan los roles duales de progenitoras macho y hembra, significa que la labor de desespigue no es necesaria, y permite su producción a costos bajos. Por lo tanto, los costos de producción de semilla de VPL son bastante parecidos a los de grano comercial y los rendimientos de semilla también son elevados, lo que se traduce en costos de producción por unidad muy bajos; sólo deben tenerse algunos cuidados especiales para mantener el contenido genético de la semilla producida, así como la calidad proteínica (QPM). Esta facilidad de producción, costos bajos y rendimientos elevados de semilla, son otras de las razones por las cuales muchos países en desarrollo enfocaron sus esfuerzos a la producción de VPL, ya que con ellas es posible proporcionar a los agricultores semilla mejorada QPM a bajos costos.

La producción de semilla híbrida es más costosa y requiere de técnicas específicas de producción. Los costos de producción y los requerimientos técnicos se incrementan a medida que se pasa de híbridos de cuatro líneas (dobles), a híbridos de tres líneas (trilineales), y a híbridos de dos líneas (simples). La técnica de producción de híbridos simples y trilineales ha sido desarrollada con éxito en países industrializados, así como en algunos países en desarrollo donde se produce el maíz en forma comercial y a gran escala. La mayor parte de la superficie de maíz en estos países, es plantada con híbridos simples o trilineales. Los altos precios de la semilla no son un obstáculo para este tipo de agricultores, que usan altos niveles de tecnología y con el objetivo de comercializar su producción, o que la usan como un insumo para explotaciones comerciales avícolas o porcinas. Sin embargo, los productores de muchos

países en desarrollo tienen explotaciones muy pequeñas, y su producción es con fines tanto de consumo de la finca como de comercialización de pequeños excedentes, por lo tanto, estos agricultores son más sensibles a los precios de la semilla y de otros insumos. El sector comercial de semilla de estos países, responde a esta situación con la producción de semilla de VPL y de híbridos dobles, los cuales son los más baratos de producir, este razonamiento respalda el uso en México de híbridos dobles desde los años cincuenta hasta mediados de los años ochenta, cuando se inició el cambio hacia híbridos trilineales.

Un factor crucial que influye en los costos de producción de diferentes tipos de híbridos, es la capacidad de producción de semilla del progenitor hembra. La técnica usada en la producción de híbridos, proporciona una ventaja de los costos a favor de los híbridos dobles y trilineales. El progenitor hembra de un híbrido simple es una línea endogámica, la cual, por efecto de la depresión de endogamia, es normalmente de bajo rendimiento de semilla, y requiere normalmente una mayor proporción de plantas progenitoras macho en la producción del híbrido, incrementando aún más los costos de producción por unidad de área. En contraste, el progenitor hembra de híbridos dobles y trilineales es una cruce simple, normalmente de alta capacidad productiva. El uso de cruces simples en la producción de híbridos dobles o trilineales, reduce considerablemente el problema de bajos rendimientos de semilla que tienen los híbridos simples, lo cual se traduce en costos de producción de híbridos dobles y trilineales considerablemente más bajos. Los costos de producción de híbridos trilineales son un poco mayores a los de híbridos dobles, debido principalmente a la proporción mayor de plantas progenitoras macho, lo cual es normalmente necesario al tratarse de líneas endogámicas, que tienen una capacidad menor de producción de polen que las cruces simples usadas en la producción de híbridos dobles.

El último factor importante en la producción de semilla mejorada de VPL e híbridos de maíz (QPM), es la producción neta de semilla comercial que se obtiene luego de eliminar la semilla no comercializable. En la producción de semilla mejorada, puede ocurrir que el rendimiento total de semilla sea elevado, pero que por razones genéticas o de manejo del cultivo, la producción final de semilla comercial sea muy baja; incrementándose considerablemente los costos de producción. La semilla que se encuentra en los extremos de la mazorca, es normalmente descartada como semilla comercial debido a su forma o tamaño, aún cuando algunos materiales, en especial en mazorcas cilíndricas (tropicales y subtropicales, como Tuxpeño y Celaya), se descarta menor proporción que en aquellas que son de forma cónica (maíces de Valles Altos, Cónico y

Chalqueño). Es importante, entonces, que la proporción de semilla descartada sea lo más baja posible, ya que esta sólo puede venderse como grano. Por ejemplo, los costos de producción de un híbrido que rinde 3,000 kg/ha de semilla total con 20% de semilla descartable, serían más bajos que los de un híbrido con rendimiento bruto de 3,500 kg/ha y 35% de semilla descartable.

Puede verse que el costo por unidad de superficie de producción de semilla mejorada de maíz, se incrementa al pasar de semilla de VPLs a híbridos dobles, trilineales, y simples. Pero esta reducción de costos tiene su precio, representado por rendimientos potenciales más bajos de los híbridos resultantes. A medida que se usan más líneas endogámicas para la producción de híbridos, la heterosis o vigor híbrido, que es responsable por los altos rendimientos potenciales, se reduce. Es decir, los híbridos simples tienen un potencial de rendimiento más elevado que los trilineales, y estos a su vez mayores que los híbridos dobles. Así mismo, los rendimientos potenciales de los híbridos dobles son normalmente superiores a los de las VPLs, ya que estas tienen una base genética aún más amplia. Existe también una relación equivalente en cuanto a los precios de la semilla comercial, siendo los menores para las VPLs, y los más elevados para los híbridos simples.

Todos estos factores deben ser tomados en cuenta muy temprano en el proceso de selección y prueba de líneas que representan los mejores prospectos para la producción de híbridos a bajo costo, además de los otros factores genéticos que se usan normalmente para la selección de líneas. cuando se logran identificar líneas con alto potencial de producción de semilla comercial, es posible que los costos de producción no varíen mucho entre diferentes tipos de híbridos. En el caso de híbridos simples, si el progenitor hembra es buen productor y tiene una baja proporción de semilla descartable, y además el progenitor macho es buen productor de polen (para una proporción relativamente baja de plantas polinizadoras), los costos de producción se reducirían considerablemente al obtener una producción alta de semilla final (Jenkins 1978, Curtis, 1982). Las líneas o cruza simples que han de usarse como progenitores hembra, pueden ser clasificadas de acuerdo con su rendimiento potencial de semilla, así como por la proporción de semilla descartables, como se presenta en el Cuadro 2 (Espinosa 1990). En el cuadro puede notarse la importancia del rendimiento de semilla como factor clave en la selección de línea para la formación de híbridos.

El Cuadro 3 muestra los costos de producción de semilla de VPL y de híbridos dobles y trilineales en México, para productores que obtienen la semilla básica

Cuadro 2. Clasificación de progenitores de híbridos de maíz de Calidad Proteínica (QPM) de acuerdo con su productividad.

Categoría	Rendimiento total de semilla (kg/ha)	Rendimiento comercial de semilla (kg/ha) ¹
Muy mala	<1,500	<1,200
Mala	1,500 - 2,500	1,200 - 2,000
Buena	2,500 - 3,500	2,000 - 2,800
Muy buena	3,500 - 4,500	2,800 - 3,600
Excelente	>4,500	>3,600

¹ Asumiendo un porcentaje de semilla descartada de 20 %. La clasificación de líneas varía con diferentes porcentajes de descartes. Por ejemplo, si una línea presenta un porcentaje de descartes de 35 %, debe tener rendimiento total de semilla mínimo de 3,077 kg/ha para ser clasificada como buena.

Fuente: Espinosa (1990).

ca o registrada del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Esta forma de presentar los costos de producción facilita el análisis, al tener el precio que el productor paga al INIFAP por la semilla básica o registrada. Sin embargo, debe notarse que esta estructura de costos no es necesariamente igual a aquella de una empresa de semillas que

Cuadro 3. Costos de producción de semilla VPL e híbrida de maíz de Calidad Proteínica (QPM o MCP) en México.

Item	VPLs	Híbridos Dobles* (\$/ha)	Híbridos trilineales
Costo de semilla	1.200	1.890	2.450
Siembra	680	860	860
Irrig. otros insumos y mano de obra	2.590	2.590	2.590
Desmezclas y desespigues	180	2.160	2.640
Cosecha, trans. selec. de mazorcas	5.864	5.864	5.864
Costo financiero	896	1.202	1.296
Sub-Total	11.410	14.566	15.700
Menos valor de la prod. de grano prog.macho	---	3.000	1.500
Costo total de produc.	11.410	11.566	14.200

Fuente: Estimaciones de los autores basadas en datos de producción de semilla de maíz en el Altiplano de México.

cuenta con su propio programa de mejoramiento y equipo de procesamiento. Los valores en el Cuadro 3, podrían considerarse como el costo mínimo de producción de tales compañías, dependiendo de su inversión en la investigación, y del subsidio implícito en los precios pagados por la semilla básica o registrada al INIFAP. Actualmente, el INIFAP cobra por la semilla básica y registrada cinco veces y tres veces respectivamente, el precio de la semilla comercial para VPL o híbridos, además apoyado en el ingreso de México a la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), se incluye en el valor de la semilla la proyección de regalías (3%), sobre el volumen de semilla comercial que puede producirse con la semilla básica o registrada, que se adquiere de esta Institución, estos precios se basan en la lista promedio de precios para diversas variedades de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) y son elementos usados para estimar los costos de producción presentados en el Cuadro 4. Este sistema de producción de semilla de maíz es cada vez más común en México y en otros Países de América Latina, facilitando la entrada al mercado de compañías privadas nacionales de semilla, y un mayor nivel de competencia en la industria con las compañías multinacionales de semilla, este esquema será particularmente importante para promover un mayor número de pequeñas empresas de semillas, que se requieren para abastecer el nicho que deja la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), la cual está en proceso de cierre de la mayoría de sus plantas.

Basados en los costos de producción, los rendimientos promedio brutos, y rendimientos netos de semilla comercial, en el Cuadro 4 se presentan los costos totales de producción procesado de semilla de VPL y de híbridos, así como los posibles costos de promoción, márgenes de ganancia y precios de venta. Existe una diferencia notable en los costos de producción de semilla de VPL y de híbridos así como los posibles costos de promoción, márgenes de ganancia y precios de venta. Los costos de producción de híbridos dobles son 6% mayores que los de VPL, mientras que los híbridos trilineales sólo son 23% más elevados que los de híbridos dobles. Si se comparan los precios estimados de semilla del Cuadro 4, con los que prevalecen en México, estos últimos resultan en muchos casos mucho más elevados, aunque debe notarse que los precios de semilla más elevados corresponden principalmente a híbridos de compañías nacionales y multinacionales grandes. Por ejemplo, el precio medio de híbridos dobles en el mercado fue de N\$20.00/kg, y los de VPL fue de N\$ 15.00/Kg. Los híbridos trilineales y simples se cotizaron por encima de N\$ 25.00/kg. El precio de la semilla de VPL es especialmente curioso, ya que toda la producción de semilla de VPL es realizada con materiales del INIFAP, lo que indica que la estructura de costos y

Cuadro 4. Costos de producción, procesamiento y mercadeo y precios esperados de semilla comercial de VPL e híbrida de maíz de Calidad Proteínica (QPM o MCP) en México, 2000.

		Unidades VPLs	Híbridos Dobles	Híbridos trilineales
Costo total de producción	\$/ha	6,787	7,229	8,875
Rend. bruto del progenitor hembra	kg/ha	4.000	3.000	3.000
Rendimiento neto de semilla ^a	kg/ha	3.000	2.250	2.250
Costo del procesamiento ^b	kg/ha	2.000	1.500	1.500
Otros costos de procesamiento	kg/ha	56	42.5	42.5
Costo de la inversión en proc ^c	kg/ha	101	75	75
Menos valor de semilla descartada	kg/ha	(937)	(704)	(704)
Costo total prod.+proc:				
Por ha.	\$/ha	8.007	8.144	9.790
Por kg de semilla comercial	\$/kg	2.67	3,62	4,35
Costos de promoción y mercadeo ^d	\$/Kg	1,06	1,45	1,74
Costo total de prod+proc+merc.	\$/kg	3,74	5,06	6,09
Más margen de ganancia ^e	\$/kg	93,7	1,26	1,52
Precio de venta estimado	\$/kg	4,67	6,33	7,61
Razón de precio semilla: grano^f		6,22	8,45	10,15

^a Basado en 75% de producción neta de semilla comercial (25% semilla descartada).

^b Las empresas privadas cobran \$ 500/t bruta de semilla por procesamiento en sus plantas.

^c Asumido a 1.5% mensual por seis meses por la inversión en procesamiento.

^d Estimado en 40% del costo total de producción y procesamiento de semilla.

^e Estimado en 25% del costo total de producción y procesamiento menos el costo de capital.

^f Basado en un precio de maíz de \$ 1.60/Kg.

^g En maíces QPM no se han propuesto híbridos dobles. por la problemática para producción de semilla y dificultad para controlar la calidad genética.

Fuente: Estimación de los autores basadas en datos de producción de semilla de maíz en el altiplano de México.

precios de los Cuadros 3 y 4 debe estar muy cerca de los costos reales para estos productores, indicando que los productores de semilla de VPL de materiales QPM, podrían obtener márgenes de utilidad muy atractivos en sus ventas. Lo anterior tiene como desventaja para el país que la mayoría de empresas prefieren producir y comercializar variedades VPL por la facilidad y bajos costos de producción y margen de ganancia, pero no es

el tipo de variedades que conviene en lugares donde se ha difundido y proliferado su uso.

Dada la estructura de costos de producción de semilla y los precios esperados de semilla comercial de maíz, el siguiente paso es analizar los precios que los agricultores estarían dispuestos a pagar por semilla mejorada, dadas las ventajas de rendimientos que ofrecen con respecto a los materiales que ellos usan. Un análisis de este tipo podría proporcionar explicaciones del bajo nivel de adopción de semilla mejorada en ausencia de programas como Kilo por Kilo, por parte de muchos productores de maíz, especialmente si se concluye que los precios de la semilla mejorada son más elevados que aquellos que los agricultores estarían dispuestos a pagar. Este análisis es especialmente relevante para los productores de semi-subsistencia y de pequeña escala. Parece existir una fuerte relación negativa entre el precio de la semilla mejorada de maíz y su nivel de adopción en países en desarrollo. En la siguiente sección, se discuten los factores fundamentales que probablemente influyen en la decisión de productores de maíz con relación al uso de semilla mejorada.

La decisión de adoptar semilla mejorada de maíz

Una característica fundamental de la semilla de casi todos los cultivos de cereales, es que es un insumo que se considera que se puede reproducir en la propia parcela, en la misma forma que se produce el grano, pero en especial para el maíz los agricultores rechazan el hecho de perder la independencia que por cientos de años y milenariamente han tenido de elegir y contar con su semilla, sobre todo en las áreas de agricultura tradicional. El agricultor simplemente puede seleccionar una cantidad adecuada, para semilla para el siguiente ciclo del cultivo, lo cual no es posible con otros insumos como fertilizantes.

Dependiendo del tipo de cultivo, esta opción puede afectar los rendimientos de la siguiente cosecha. Por ejemplo, la semilla de cultivos de autopolinización (como el trigo y el arroz) obtenida de la cosecha anterior, tiene exactamente el mismo contenido genético que la semilla comercial de la misma variedad, y el mismo rendimiento potencial. El único problema que puede presentarse es cuando la variedad ha reducido su capacidad para tolerar o resistir plagas o enfermedades. El maíz es un cultivo que posee un tipo de polinización abierta o libre, es decir polinización por naturaleza cruzada, y el uso de semilla obtenida de la cosecha anterior implica la alta posibilidad de contaminación de otras variedades de maíz, si estuvieron ubicadas cercas del lote de donde se obtiene semilla, por lo que es mucho

más difícil mantener la pureza genética de una variedad determinada; y por lo tanto, el rendimiento potencial con la semilla retenida de la cosecha anterior no será necesariamente el mismo que con la semilla comercial.

Aún así, los productores de maíz pueden usar parte de la cosecha como semilla para el próximo cultivo. Aquí se presenta la primera decisión para el agricultor: comprar semilla comercial nueva o usar su propia semilla. Si la decisión es usar su propia semilla, entonces el proceso de selección de la semilla para el próximo ciclo termina allí. Si la decisión es comprar semilla mejorada nueva, el siguiente paso es decidir cual tipo de semilla va a comprar, especialmente si es una de VPL o un híbrido. Esta decisión es importante porque si es una VPL, en el siguiente ciclo de cultivo puede usar la misma semilla sin una disminución de los rendimientos esperados; y si es semilla híbrida, la opción de usar semilla de la cosecha anterior implica un riesgo mayor de reducciones en los rendimientos

Si la decisión que enfrenta el agricultor se refiere exclusivamente al tipo de semilla que va a usar (es decir, todas las otras labores del cultivo permanecen iguales, no importa que tipo de semilla decida usar), lo cual es deseable, pudiéndose establecer como premisa en el esquema de desarrollo de los nuevos materiales, en ese caso el análisis económico de la adopción de semilla mejorada de maíz depende de su precio, el rendimiento esperado con la semilla que el agricultor usa, y el rendimiento potencial de la semilla mejorada nueva. Si se excluyen los factores subjetivos propios de cada agricultor difíciles de cuantificar, es posible estimar, por medio de un análisis de presupuesto parcial, el precio máximo que un agricultor estaría dispuesto a pagar por semilla mejorada (CIMMYT, 1988): Asumamos la siguiente fórmula de presupuesto parcial para la evaluación económica de tecnologías alternativas

$$AR = ATCV \times (1+M) / P, \quad (1)$$

donde AR es el rendimiento adicional necesario para cambiarse de una tecnología T0 (e.g., su variedad actual de maíz) a una tecnología T1 (e.g.; una variedad alternativa (QPM)); ATCV es la diferencia entre el total de costos que varían (TCV) de las dos tecnologías; M es el retorno mínimo necesario requerido por el agricultor para pasarse de T0 a T1; y P es el precio de mercado del maíz. Esta es la fórmula estándar para realizar análisis marginal entre dos tecnologías (CIMMYT, 1988). Para el caso de la comparación de dos variedades alternativas de maíz, la fórmula puede modificarse a:

$$AR = (R_1 - R_0) = [(P_{s1} - P_{s0}) \times S \times (1+M)] / P, \quad (2)$$

donde R1 es el rendimiento medio de la variedad en T1 (QPM); Ro es el rendimiento medio de la variedad en T0 (Calidad normal); Ps1 es el precio de la semilla en T1 (QPM); Pso es el precio de la semilla en T0; y S es la cantidad de semilla usada por unidad de superficie. Es decir, la diferencia en TCV está explicada totalmente por la diferencia de precios entre las dos variedades de maíz. Si se conocen Ro y R1, de la ecuación (2) puede resolverse para Ps1, el precio máximo que el agricultor estaría dispuesto a pagar por la semilla de la tecnología alternativa (T1 QPM):

$$P_{s1} = [(R_1 - R_0) \times P] / [(1 + M) \times S] + P_{s0} \tag{3}$$

Para resolver la fórmula en (3) son necesarios los valores de RO, R1, P, M, S y PS0, nótese que la fórmula es válida para cualquier tipo de variedad que se esté analizando, es decir, para un agricultor que está considerando pasar de semilla criolla a una mejorada de cualquier tipo, o de una variedad mejorada a otra variedad mejorada. De toda la información requerida, la más difícil de estimar es M. Esta es generalmente una estimación subjetiva que incluye factores como el nivel de aversión de cada individuo al riesgo, y el costo de aprendizaje de la nueva tecnología (variedad). Se ha estimado que para agricultores de pequeña escala en países desarrollados, el valor de M no debe ser menor de 100% (CIMMYT 1988), y aún mayor en situaciones donde el riesgo o complejidad de la nueva tecnología se considera más elevado, esta estimación del 100% es sin tomar en cuenta los efectos de inflación, los cuales pueden ser muy elevados en algunos países en desarrollo. Si la tasa de inflación es elevada, el análisis puede realizarse con valores nominales, incluyendo un estimado de M nominal; o con valores reales ajustados por la inflación, incluyendo un estimado de M real. Los precios del maíz y la tasa de semilla usada son normalmente disponibles; y los rendimientos de las tecnologías alternativas se obtienen de ensayos de estándares que se realizan cuando se están probando nuevas variedades.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de aplicar la ecuación (3) en el caso de México, usando precios de semilla y grano de maíz prevalecientes en el país; pero el análisis es válido para cualquier país o región, requiriéndose solamente los valores adecuados de estas variables, asumiendo diferentes valores para las variables involucradas. Por ejemplo, si el rendimiento promedio de la variedad del agricultor (R0) es 2,000 kg/ha y la nueva variedad QPM rinde 10% más (R1=2,200 kg/ha); el precio del maíz (P) es N\$1.60/Kg; la tasa de semilla (S) es 25 kg/ha; el retorno mínimo del agricultor (M) es 100%; y el valor de la semilla usada por el agricultor (Pso= es N\$1,60/kg (lo que implica que el agricultor está usando semilla criolla o una gene-

ración avanzada de semilla mejorada de su cosecha anterior); entonces el precio máximo que el estaría dispuesto a pagar por la semilla mejorada (P_{s1}) es N\$4,80/kg. Es decir el agricultor aceptaría una relación de precio de semilla:grano máxima de 3.0 (sección inferior del Cuadro 5). Debe hacerse énfasis que el análisis depende en forma crucial de la estimación de las variables, por lo que debe tenerse mucho cuidado para obtener estimaciones que reflejen lo más cerca posible las condiciones de la región para la cual se realiza el análisis. Cuando se tiene duda sobre una variable, lo más adecuado es realizar un análisis de sensibilidad usando valores alternativos de esa variable. En el Cuadro 5, la variable para la que se usan diferentes valores es el rendimiento de la variedad QPM nueva (R₁), usándose rangos que típicamente podrían esperarse. Tam-

Cuadro 5. Análisis económico de una variedad nueva de maíz de Calidad Proteínica (QPM ó MCP) comparada con la variedad usada por el agricultor, para diferentes niveles de rendimiento de la variedad del agricultor (R₀) y de la variedad nueva QPM(R₁).

Rendimiento de la variedad nueva QPM, R ₁ , sobre la variedad normal del agricultor (%)	Rendimiento de la variedad del agricultor, R ₀ (t/ha)				
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Precio de máximo a pagar por semilla nueva, P_{s1} (\$/kg)					
5	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2
10	8,0	11,2	14,4	17,6	20,8
15	11,2	16,0	20,8	25,6	30,4
20	14,4	20,8	27,2	33,6	40,0
25	17,6	25,6	33,6	41,6	49,6
30	20,8	30,4	40,0	49,6	59,2
Relación de precio semilla: grano máxima aceptable (P_{s1}/P)					
5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
10	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0
15	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0
20	9,0	13,0	17,0	21,0	25,0
25	11,0	16,0	21,0	26,0	31,0
30	13,0	19,0	25,0	31,0	37,0

a.-Los valores de la parte superior del cuadro se obtienen aplicando la ecuación (3) para cada combinación de R₀ y R₁, con las otras variables tomando los valores siguientes: P= \$ 1,60 Kg/; M=100%; S=25 kg/ha; P_{s0}= \$1,60 kg. Nótese que el valor de la semilla usada por el agricultor es el mismo que el precio del grano, indicando que el agricultor usa semilla criolla o generaciones avanzadas de semillas mejoradas, Los valores de la parte inferior del cuadro se obtienen dividiendo el precio máximo a pagar por la variedad mejorada nueva QPM (P_{s1}), por el precio del grano (P) ó \$ 1.600/kg.

bién, se usaron niveles alternativos de rendimiento promedio de la variedad usada por el agricultor (R_0), para representar la situación de agricultores que usan diferentes niveles de tecnología, o que producen maíz en tierras de diferente fertilidad.

El análisis también puede realizarse para el caso en el que el precio de la semilla nueva (P_{S1}) se conoce y se desea estimar el rendimiento mínimo de la nueva variedad para que el agricultor esté dispuesto a comprarla. Siguiendo con el mismo ejemplo, si el productor de semilla le ha asignado un precio a la nueva variedad (P_{S1}) de N\$ 5.00/Kg, el rendimiento mínimo aceptable de la nueva variedad es de 2,283 kg/ha, o 14,2% más que la variedad actual del agricultor. En este caso, como el rendimiento de la nueva variedad (R_1) es solo 2,200 kg/ha, existiría una incompatibilidad entre los objetivos del productor de semillas y de su cliente potencial (el agricultor), y la semilla tendría pocas probabilidades de ser vendida en la región, a menos que su precio sea reducido.

En el Cuadro 6 se presenta el mismo análisis, con la diferencia de que en este caso el valor que se le asigna a la semilla usada por el agricultor es un promedio del valor de la semilla de diversas variedades, asignado por la PRONASE, el año 2001; o un valor de P_{S0} de N\$ 11,50/kg. Aquí se presenta la situación de un agricultor que ya usa semilla certificada, y que tiene la oportunidad de cambiarse a otra variedad mejorada. En este caso, el agricultor tiene como base un precio más elevado por la semilla que él usa y por lo tanto, una relación de precio semilla:grano más elevada (relación de 7,18). Esto permite que el agricultor esté dispuesto a pagar precios mucho más elevados por la nueva semilla mejorada. Por ejemplo, con rendimientos de la variedad que él actualmente usa de 5,0 t/ha y con una ventaja de rendimiento de la nueva variedad de sólo 5%, un agricultor estaría dispuesto a pagar un máximo de N\$ 19,50/kg por la nueva variedad, lo que significa una relación de precio semilla-grano de 12,2. Esto ofrece una posible explicación del por qué los agricultores que usan semilla mejorada y que producen rendimientos altos con sus variedades actuales, están más dispuestos a cambiar su semilla si existe otra que es sólo modestamente superior en rendimientos, y a pagar precios relativamente altos por la semilla nueva. Por ejemplo, aún con una ventaja de rendimiento de 10% de una variedad nueva sobre una que produce 6,0 t/ha, un agricultor mexicano debería estar dispuesto a pagar hasta N\$30,70/kg de la nueva variedad, lo que significa una relación de precio semilla:grano de casi 19,2, y muy cerca de los precios medios de semilla de híbridos simples en México. Por lo tanto, a medida que se avanza hacia abajo y hacia la derecha en los Cuadros 5 y 6, puede considerarse una situación de mayores niveles de

Cuadro 6. Análisis económico de una variedad nueva de maíz de Calidad Proteínica (QPM ó MCP) comparada con la variedad mejorada usada por el agricultor, para diferentes niveles de rendimiento de la variedad mejorada del agricultor (R_0) y de la variedad nueva QPM (R_1).

Rendimiento de la variedad nueva QPM, R_1 , sobre la variedad normal del agricultor (%)	Rendimiento de la variedad del agricultor, R_0 (t/ha)				
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Precio de máximo a pagar por semilla nueva, P_{S1} (\$/kg)					
5	14,7	16,3	17,9	19,5	21,1
10	17,9	21,1	24,3	27,5	30,7
15	21,1	25,9	30,7	35,5	40,3
20	22,8	30,7	37,1	43,5	49,9
25	27,5	35,5	43,5	51,5	59,5
30	30,7	40,3	49,9	59,5	69,1
Relación de precio semilla: grano máxima aceptable (P_{S1}/P)					
5	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2
10	11,2	13,2	15,2	17,2	19,2
15	13,2	16,2	19,2	22,2	25,2
20	14,2	19,2	23,2	27,2	31,2
25	17,2	22,2	27,2	32,2	37,2
30	19,2	25,2	31,2	37,2	43,2

a.- Los valores de la parte superior del cuadro se obtienen aplicando la ecuación (3) para cada combinación de R_0 y R_1 , con las otras variables tomando los valores siguientes: $P = \$1,60$ kg; $M = 100\%$; $S = 25$ Kg/ha; $P_{S0} = \$11,5$ Kg (promedio del valor de semilla de diversas variedades para Valles Altos y El Bajío, asignado por la PRONASE). Nótese que el valor de la semilla usada por el agricultor es mucho mayor que el precio del grano, indicando que el agricultor usa semilla comercial certificada. Los valores de la parte inferior del cuadro se obtienen dividiendo el precio máximo a pagar por la variedad mejorada nueva QPM (P_{S1}), por el precio del grano (P) ó \$ 1,60/Kg. Ver texto para más detalles.

rendimientos base y de variedades nuevas de maíz con rendimientos muy superiores, así como de agricultores que son menos sensibles a los precios de la semilla mejorada. En contraste, a medida que se ubica cerca de la esquina superior izquierda de los cuadros, se puede pensar en la situación de agricultores de pequeña escala, con rendimientos muy modestos, y muy sensibles a los precios de semilla mejorada. Puede verse en el Cuadro 5 que, para que un agricultor que usa semilla criolla y obtiene 2 t/ha esté dispuesto a pagar más de N\$ 5,00/kg de semilla mejorada, esta debe prometer por lo menos un 10% de ventaja de rendimiento. Finalmente, puede comprobarse que aún para agricultores que usan semilla criolla, la alternativa de usar semilla mejorada es atractiva siempre que por lo menos una de dos con-

diciones se presente: la primera es que la semilla mejorada QPM prometa ventajas de rendimientos muy altas, de por lo menos 20%; y la segunda es que las condiciones de producción sean tales que los rendimientos base sean elevados, e.g., superiores a 3 t/ha. Por supuesto, si ambas condiciones se presentan, el agricultor podría tolerar precios aún más elevados por la semilla mejorada (sección derecha del Cuadro 5).

Una aplicación: Costos de producción y precios de semilla en México

Uso de semilla certificada en México

El uso de semilla certificada de maíz es bajo en México (la mayor parte de las estimaciones no pasan del 26%), debido en parte a que por muchos años hubo dudas en la calidad y la cantidad de semilla que se distribuía tampoco fue adecuada. Con la aprobación de la Ley Federal de Variedades Vegetales, la puesta en vigencia de su reglamento, la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio en América del Norte (TLC) y el ingreso de México a la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), se ha propiciado una fuerte competencia por el ofrecimiento de semilla de buena calidad de genotipos del INIFAP, así como materiales propios de las empresas privadas. Se autorizó el usufructo de los materiales producto de la investigación pública, por empresas privadas, patronatos, asociaciones de productores, universidades, etc. Esto ha tenido el efecto principal de incrementar la competencia en el mercado de semilla de maíz, con el consecuente beneficio para los agricultores al presentárseles una gama amplia de productos y servicios a precios más competitivos. Sin embargo lo anterior coincide con el retiro de actividades a nivel nacional de la PRONASE, por lo cual es necesario fortalecer estos esquemas alternativos para un abasto adecuado que cubra las regiones que atendía la PRONASE.

Esta situación de la industria de semillas en México, propició una mayor participación del sector privado. La gran mayoría de los híbridos que se habían producido en México fueron dobles, pero recientemente se incrementó y generalizó el uso de trilineales y en regiones donde hay potencial favorable se emplean cada vez con mayor frecuencia las cruza simples. Algunos de los híbridos dobles que se siguen usando fueron liberados hace muchos años. Por ejemplo, en Valles Altos se usa el H-33, y el H-50 (de reciente liberación), en el Trópico se emplea el H-507, en el Bajío H-220, y el H-311. La mayoría de los híbridos obtenidos y liberados hasta ahora por el INIFAP, habían sido de porte alto, y no soportaban un manejo de altas densidades y elevada fertilización, además de tener fenotipo muy similar a

los maíces criollos. Lo que es una desventaja para tratar de incrementar el empleo de semilla mejorada, ya que si existe cierta diferencia esta se aprecia solo en los rendimientos, diversos resultados demuestran que, bajo condiciones de riego y muy buena productividad, los híbridos, superan a las VPL, los híbridos desarrollados los últimos años también poseen fenotipo atractivo (Tadeo *et al.* 1992).

En el caso de los híbridos de maíz (QPM), en el Cuadro 7, se observa que el híbrido H-553C produjo en el estado de Guerrero 7,558 kg/ha, y superó en 917 kg/ha (14%) al H-516 que es el híbrido testigo de calidad normal. Estos resultados sugieren que el uso de semilla híbrida QPM, por los productores, se justifica económicamente. Por ejemplo, dados los niveles de rendimientos obtenidos con el híbrido, los productores de la región que usaron semilla de H-516 pudieran haber invertido hasta un máximo de N\$ 49,34/kg de semilla del híbrido, lo que resulta muy elevado por la diferencia tan grande en productividad, que no es muy frecuente que ocurra en forma comercial, pero se explica por haber obtenido retornos atractivos por la inversión. De igual manera, los agricultores que usaron semilla en el programa Kilo por Kilo pudieron haber comprado híbrido hasta por N\$ 31,34/kg y haber obtenido retornos atractivos. Considerando que el precio al cual se vendió el H-516 por compañías privadas de la región fue de N\$20,00/kg, el atractivo económico de usar el híbrido sería mucho mayor.

Cuadro 7. Rendimiento de grano (kg/ha) de híbridos sobresalientes en el ciclo otoño – invierno de maíces de calidad de proteína y su análisis económico. Promedio de los ciclos 1998/1999 y 1999/2000 en el estado de Guerrero.

Híbridos	Tipo de híbrido	Rendimiento medio (kg/ha)	%Respecto testigo	Precio máximo a pagar por semilla sin KXX	Precio máximo a pagar por semilla con KXX
H-553C	Trilineal	7558	114	49,34	31,34
H-365C	Trilineal	7100	107	29,18	16,69
H-558C	Simple	7795	104*	56,93	38,93
H-516 (T)	Trilineal	6641	100	20,00	2,00
H-367C	Simple	6598	99	20,00	2,00

* Comparación con el testigo sólo dentro del ciclo 1998/1999.

Se estima el precio que productores de maíz de los materiales listados, asumiendo que ellos producen maíz actualmente con el híbrido H-516. Los valores de la ecuación (3) usados para el cálculo son = $P = \$1,60/\text{kg}$; $M = 100\%$; $S = 25/\text{kg}$; $P_{S0} = \$1,60/\text{kg}$ para el caso del H-516 con Kilo x Kilo a razón de \$ 20,00 /kg y Sin Kilo X Kilo a razón de \$ 2,00/kg.

Estos son los valores asignados para la semilla que los agricultores actualmente usan (P_{S0}): 1,60/kg.

Esto indica que, desde el punto de vista económico, los agricultores de Guerrero podrían preferir los híbridos QPM sobre el H-516 ya que al usar QPM se aprovecha un mayor rendimiento que se puede alcanzar con estos materiales, los cuales permitirían elevar la competitividad de los productores de maíz en México. El INIFAP cuenta con cruza trilineales (H-553C, H-365C) y simples (H-559C) que superan a los híbridos actuales. Además de su alto rendimiento, estos materiales toleran el acame, no ahijan, son de porte bajo y un poco más precoces, además de presentar las ventajas en calidad proteínica para uso, como ya se ha señalado.

Producción de VPL e híbridos por el INIFAP

Como se discutió arriba, la producción de semilla mejorada de VPL es más fácil que aquella de híbridos; sin embargo, aún en casos de una producción cuidadosa de semilla VPL, su variabilidad hace difícil mantener su pureza genética. Algo semejante ocurre con los híbridos dobles que proceden de progenitores de baja endogamia, los cuales requieren varios lotes aislados para producción de líneas, cruza simples y cruza dobles; aumentando los costos de producción de semilla en las diferentes etapas. En este sentido los híbridos simples presentan una mayor facilidad para mantener la calidad genética, de manera un tanto similar, los híbridos trilineales, presentan ventajas ya que en este tipo de conformación son fácilmente eliminadas las contaminaciones en la labor de desmezcle o "roguing". El reto actual de los fitomejoradores es pasar rápidamente de híbridos dobles a trilineales y simples, basados en un análisis exhaustivo de los progenitores, forma, tipo de semilla, expulsión de polen, vigor, etc; así como tecnología efi-

Cuadro 8. Promedio de rendimiento de grano (kg/ha) de variedades de maíz de calidad de proteína y su análisis económico. En el ciclo primavera – verano, Años 1999 y 2000 en el estado de Guerrero.

Variedad	Tipo de variedad	Media Años 1999 y 2000	% Respecto Testigo	Precio máximo a pagar por semilla sin KXX	Precio máximo a pagar por semilla con KXX
HV-521C	Híbrido V.	7473	121	58.07	45,07
V-537C	Variedad	6495	106	26,77	13,77
VS-535	Sintética	6802	111	36,60	23,60
VS-529	Sintética	5589	91	-----	-----
V-531	Variedad	6127	100	15,00	2,00
Media					
Testigos		6393	104	-----	-----

Cuadro 9. Promedio de rendimiento de los híbridos superiores de maíz de calidad proteínica (QPM) y su análisis económico en Guanajuato a través de los años 1997, 1998, 1999.

Genotipo	Tipo de híbrido	Rendimiento promedio (kg/ha)	%	Precio máximo a pagar por semilla sin KXX	Precio máximo a pagar por semilla con KXX
H-368 C	Simple	13210	118,0	89,64	66,64
H-441 C	Simple	12890	115,2	79,40	56,40
H-469 C	Simple	12870	115,0	78,76	55,76
H-365 C	Trilineal	12240	109,0	58,60	35,60
H-358 (T)	Simple	11190	100,0	25,00	2,00

ciente de producción de semillas, fertilización etc. que permita uso comercial rentable para el productor de semilla y precios razonables de la semilla comercial.

Los híbridos, al demostrar sus bondades (mayor rendimiento) son un buen mecanismo para promover su mayor utilización. Por ejemplo el H-368C es un híbrido simple que produce 13.210 kg/ha, y que superó por dos años y en varias localidades al híbrido H-358C en 18%, aplicando la fórmula de la ecuación (3), puede comprobarse que estos agricultores podrían pagar por la semilla de H-358C hasta N\$ 89,64/kg. El precio medio al que se vendió el H-358 en la región en 2001 fue de N\$ 25,0/kg, lo que representó un precio muy aceptable para los agricultores, al permitirles retener la mayor parte de los beneficios que el híbrido ofrece en la forma de rendimientos más elevados. Esta característica especial de los híbridos normalmente trabaja en favor de los agricultores que usan semilla mejorada, ya que ellos son los que se apropian de la mayor parte de los bene-

Cuadro 10. Promedios de rendimiento de grano y algunas características agronómicas de híbridos sobresalientes de maíz de alta calidad de proteína en Ocozocoautla, Chiapas. en los ciclos pv 2000 y pv 1999. bajo condiciones de temporal.

Genotipo	Tipo de híbrido	Rendimiento promedio (kg/ha)	% Testigo	Precio máximo a pagar por semilla sin KXX	Precio máximo a pagar por semilla con KXX
H-552 C	Simple	8604	122	65,43	52,43
H-551 C	Simple	7967	113	45,04	32,04
H-363 C	Trilineal	7878	112	42,20	29,20
H-514	Simple	7028	100	15,00	2,00

Cuadro 11. Promedios de rendimiento de grano de híbridos sobresalientes de maíz de alta calidad de proteína en la región de la "Frailesca" (Villaflora), Chiapas, en los ciclos pv 1999 y pv 2000, bajo condiciones de temporal.

Genotipo	Tipo de híbrido	Rendimiento promedio (kg/ha)	% Testigo	Precio máximo a pagar por semilla sin KXX	Precio máximo a pagar por semilla con KXX
H-441 C	Simple	5703	112	34,71	21,71
H-551 C	Simple	5479	108	27,54	14,54
H-363 C	Trilineal	5312	104	22,20	9,20
H-514 (T)	Simple	5087	100	15,00	2,00

ficios resultantes de una mayor productividad (Byerlee y López-Pereira 1993). Una proporción relativamente pequeña de los beneficios es apropiada por las compañías de semilla en la forma de precios de semilla superiores a los que se considerarían adecuados para cubrir todos los costos de producción, procesamiento y mercadeo, y un margen aceptable de utilidad.

Cuadro 12. Promedios de rendimiento de grano de variedades sobresalientes de maíz de alta calidad de proteína en la región de "Ocozocoautla", Venustiano Carranza y Jiquipilas en los ciclos pv 1999 y pv2000, bajo condiciones de temporal.

Genotipo	Tipo de variedad	Rendimiento promedio (kg/ha)	% Testigo	Precio máximo a pagar por semilla sin KXX	Precio máximo a pagar por semilla con KXX
HV-521C H.	Varietal	7420	114	39,60	31,60
V-534 (T)	Varietal	6495	100	10,00	2,00
V-537C	Varietal	5981	92	-----	-----

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una evaluación de los costos de producción de semilla de maíz, y los precios a los cuales se podría vender semilla mejorada, así como un análisis de los rangos de precios que los agricultores estarían dispuestos a pagar por semilla mejorada. Estos conceptos fueron discutidos en el contexto de la producción de semilla en México, presentándose resultados para varios estados (Chiapas, Guerrero, Guanajuato), a nivel de cruza simples y los híbridos. La

conclusión principal es que, si la semilla mejorada presenta el potencial de incrementar la productividad de maíz, los agricultores estarían dispuestos a pagar precios que serían muy atractivos para los productores de semillas. Esto aplica no solo para aquellos agricultores que ya se encuentran usando semilla mejorada de híbridos que tienen la oportunidad de usar otra semilla mejorada, sino también para los agricultores que todavía usan semilla de variedades mejoradas de polinización libre. Sólo en casos extremos en los que se combinan rendimientos iniciales muy bajos y ventajas de rendimientos de las variedades alternativas también muy bajas, los agricultores no estarían dispuestos a pagar los precios de semilla mejorada prevalecientes. A niveles razonables de rendimiento base y/o de incrementos de la productividad de las variedades mejoradas, los agricultores estarían dispuestos a pagar precios de la semilla mejorada muy por arriba de los precios que prevalecieron en el 2001. Esto implica que, por lo menos desde el punto de vista económico, existe un mercado potencial de semilla mejorada muy amplio en México. Un tema relacionado y muy importante no discutido aquí, son los mecanismos alternativos para facilitar el acceso de los agricultores a la tecnología de semilla.

El análisis de costos de producción de semilla mejorada indica que los productores de semilla pueden reducir substancialmente estos costos si los materiales presentan altos niveles de rendimiento de semilla comercial. Aún para híbridos simples, es posible producir estos a bajo costo si el rendimiento de semilla es suficientemente alto, aunque el precio de la semilla básica (las líneas) que vende el INIFAP sean más elevado debido a los altos costos de producción a ese nivel del proceso. El INIFAP debe incorporar el análisis del potencial de producción de las líneas, como parte fundamental del proceso de formación y selección de líneas para la producción de híbridos, sean estos simples, trilineales, o dobles. La nueva situación del INIFAP creada con la Ley de Semillas, la Ley Federal de Variedades Vegetales y su estatus como Organismo Público descentralizado, a punto de convertirse en Centro Público de Investigación, por lo cual esta facultada para comercializar semilla básica de los híbridos con compañías privadas productoras de semilla, representa una excelente oportunidad no solo para generar fondos para apoyar la investigación en maíz con la venta de semilla básica, sino que también para difundir más rápido y ampliamente los materiales que desarrolla, al participar la empresa privada en el proceso de producción de semilla certificada, y la comercialización final de la misma. Esto también implica un reto para la producción de híbridos que presenten no solo alto potencial de rendimiento para los agricultores, sino que también sean eficientes en las diferentes etapas de producción de la

semilla, que permita abaratar los costos y poder ofrecerlos a precios aceptables, lo que incrementaría su atractivo como una opción para los agricultores, con la ventaja de un mayor uso en México.

Con los elementos analizados hasta aquí se aprecia que el uso de semilla certificada podría incrementarse para un uso extensivo, apoyando estrategias de abastecimiento, habiendo grandes perspectivas de que la utilización de semilla se de en forma sostenida, en base a los indicadores económicos que aquí se presentan, es decir con la seguridad de un mayor uso si conviene al interés del agricultor como aquí se ha demostrado.

LITERATURA CITADA

- BYERLEE, D.; LÓPEZ, M.A. 1993. El cambio tecnológico en maíz: Una perspectiva global. Trabajo presentado en el Simposio Internacional sobre el Maíz, Guadalajara, Jalisco, México.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos Agronómicos. Programa de Economía. México, D.F., México.
- CIMMYT. 1987. CIMMYT: Hechos y tendencias mundiales relacionados con el maíz, 1986. Aspectos económicos de la producción de semilla de variedades comerciales de maíz en los países en desarrollo, México, D.F. México.
- CURTIS, D.L. 1982. Algunos aspectos de la producción de semilla de *Zea mays* L. (Maíz) en E.U.A. *In*: P.D. Hebblethwaite. (ed.). Producción moderna de semillas. Traducido por Federico Stanham, Uruguay, Hemisferio Sur.
- ESPINOSA C., A. 1990. Aprovechamiento de una cruce simple de maíz a través de la tecnología de producción de semillas. *In*: Resúmenes XIII Seminario Panamericano de Semillas. FELAS, Guatemala, Guatemala.
- JENKINS, M.T. 1978. Maize breeding during the development and early years of hybrid maize. *In*: maize breeding and genetic. Ed. David V. Walden. John Wiley and Sons, New York.
- MORRIS, M.L.; LÓPEZ, M.A. 1991. Impacts of CIMMYT's maize breeding research: A preliminary overview. Draft paper, México, D.F., CIMMYT.
- TADEO, R.; VÁZQUEZ, G.; ESPINOSA, A. 1992. Capacidad productiva de semilla de variedades mejoradas de polinización libre e híbridos de maíz de Valles Altos. *In*: Resúmenes XIV Congreso de Fitogenética SOMEFI, Escuela de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.