



# Estimación del potencial productivo de maíz en la República Mexicana

Dr. Antonio Turrent Fernández - Investigador Nacional, CEVAMEX, INIFAP, aturrent@inifap.gob.mx

## INTRODUCCIÓN

En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se estudia el potencial productivo de maíz de la República Mexicana desde 1963. Hasta antes del año 2000, el concepto de potencial productivo se ceñía a la evolución de las superficies y a la calidad de la tierra de labor sembrada bajo riego y bajo temporal, así como al avance del conocimiento público. Se definía al potencial productivo como el promedio de varios años de producción nacional de maíz si la superficie sembrada fuera tratada con la tecnología pública disponible. Este ejercicio servía como guía para impulsar programas de transferencia de tecnología. En la actualidad también se toma en cuenta a las tierras de labor de ocho estados del Sur-Sureste factibles de ser irrigadas y que se siembran con maíz bajo temporal; también se contabiliza una parte de las tierras con vocación agrícola que se maneja bajo el sistema de ganadería extensiva. Mientras en la definición previa se ponderaba solamente la inversión requerida para generar nuevo conocimiento público y para transferirlo, en la actualidad también se pondera la oportunidad de la inversión pública en varios tipos de infraestructura: interconexión de energía eléctrica para el campo, caminos, irrigación, y otros servicios.

El INIFAP ha sido el aportador clave del avance del conocimiento público sobre el cultivo del maíz en México. En el INIFAP se ha realizado mejoramiento genético de maíz a partir de 10 de las más de 50 razas nativas de maíz, desde la década de los años 1940. Se ha desarrollado maíces mejorados para las seis grandes regiones agroclimáticas del país (Trópico, Bajío, Altiplano, Transición, Meseta Semiárida del Norte y Subtrópico Semiárido) y cuatro Provincias Agronómicas (PA) de la tierra de labor (Riego, Muy Buena<sup>1</sup>, Buena y Mediana Productividad), en cada una de las regiones. Para estas 24 condiciones agroclimáticas se han sucedido varias generaciones de materiales genéticos cada vez más adaptados a sus condiciones agroclimáticas, con mayor resistencia a enfermedades y con mayor potencial de rendimiento y uniformidad fenotípica. En total, el INIFAP ha liberado 168 variedades mejoradas de maíz de las que 84 son híbridos y 84 son variedades de polinización libre. Los híbridos han sido desarrollados para las Provincias Agronómicas de mayor calidad, mientras que las variedades de polinización libre se aprovechan en las PA de menor calidad. El sistema universitario público también ha desarrollado y liberado maíces mejorados, si bien sus contribuciones han sido puntuales.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha hecho aportaciones al mejoramiento genético del maíz, como proveedor de materiales premejorados a las instituciones públicas y privadas. Los consorcios transnacionales han concurrido al aporte de materiales mejorados, con énfasis en las Provincias Agronómicas (PA) de mayor calidad y manejadas bajo esquemas de tipo de agricultura industrial.

## EVALUACIONES DEL POTENCIAL PRODUCTIVO

Hasta antes de la década de los 1980, los investigadores del INIFAP y de otras 12 instituciones del país habían conducido más de 2500 experimentos de campo en terrenos de agricultores cooperantes en las principales regiones productoras bajo temporal del país, y más de 800 experimentos bajo riego. En esos experimentos, típicamente de 0.3 a 0.5 hectáreas, se estudió la respuesta del maíz a la fertilización, a las densidades de población y a otras prácticas de producción y protección. Estos experimentos fueron conducidos a lo largo de 30 años, por lo que sus resultados integran las variabilidades en los rendimientos asociadas al clima y a la edafología.

<sup>1</sup> En las tierras de labor de la Provincia Agronómica (PA) de Muy Buena Productividad llueve entre 90% y 200% de la evaporación total de junio a septiembre, y los suelos tienen más de 1 m de profundidad; en la PA de Buena Productividad llueve más de 200% de la evaporación junio-septiembre, con suelos profundos y delgados. En la PA de Mediana productividad (a) llueve entre 70 y 200% de la evaporación, con suelos de menos de 1 m de espesor, o (b) llueve entre 70% y 90% de la evaporación con suelos de más de 1 m de espesor. En las tierras de labor de la PA de Baja Productividad (a) llueve entre 50 y 70% de la evaporación junio-septiembre con suelos de menos de 1 m de espesor o (b) llueve menos de 50% de la evaporación y los suelos tienen más de 1 m de espesor. En la PA de Tierras Marginales llueve menos del 50% de la evaporación junio-septiembre, con suelos con menos de 1 m de espesor.

El conocimiento tecnológico y la superficie y calidad de la tierra dedicada al cultivo del maíz muestran evolución sobre el tiempo, y se asocian cada vez con mayores rendimientos y producción nacional. De aquí que los varios intentos por evaluar el potencial productivo de maíz han conducido a información cambiante.

La segunda evaluación del potencial productivo de maíz se hizo en 1977, a partir de 2545 experimentos de campo conducidos en el período 1952-1977. Los experimentos involucrados en este estudio fueron sembrados con las primeras generaciones de maíces mejorados y con los maíces de los productores (razas nativas de maíz). En 1991, el programa conocido como PRONAMAT del mismo INIFAP aportó información fresca sobre el desempeño de la segunda generación de maíces mejorados en las Provincias Agronómicas de Riego y de Temporal de Muy Buena y Buena Productividad. En 1996 se actualizó la información sobre los rendimientos a partir de proyecciones con apoyo empírico; finalmente, en 2000 se incluyeron resultados de experimentos conducidos en ocho Estados del Sur-Sureste bajo riego, que involucran proyecciones sobre tierras potencialmente irrigables, y que también ponderan el uso potencial de tierras con vocación agrícola, que actualmente se subexplotan con el sistema de ganadería extensiva.

### Evaluación de 1977 (publicada en 1986<sup>2</sup>)

Los 2545 experimentos conducidos bajo temporal en el período 1952-1977, fueron agrupados en 72 agrosistemas de maíz, definidos a partir de seis estratos arbitrarios del cociente de la precipitación sobre la evaporación, 3 estratos térmicos y 4 estratos por la calidad de la tierra. El rendimiento óptimo-económico de cada experimento fue ajustado a un modelo de exponentes fraccionarios basado en las variables independientes del agrosistema, por técnica de regresión. De la ecuación de regresión se obtuvo una estimación del rendimiento potencial para cada uno de los 72 agrosistemas de maíz. A partir de información de los V Censos Agrícola, Ganadero y Ejidal, y de las cartas edáficas y climáticas del territorio nacional, se estimó la superficie cultivada de maíz correspondiente a cada uno de los 72 agrosistemas. La integración numérica del rendimiento potencial y la superficie cosechada condujo a la estimación de la producción agregada de maíz para los niveles país, estado, distrito de temporal y municipio. Además se dispuso de 819 experimentos de maíz bajo riego, estimándose la producción por un procedimiento similar simplificado. El resultado de este ejercicio

fue que la producción potencial de maíz sería igual a 20.17 millones de toneladas anuales para la escala nacional, mientras que la producción observada en 1977 fue igual a 10.05 millones de toneladas anuales. La superficie cosechada para ambas estimaciones fue 7.48 millones de hectáreas, de las que 0.97 millones fueron de riego y 6.51 millones de temporal.

### Evaluación de 1991 (publicada<sup>3</sup> en 1992 y 1996)

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el status de la tecnología para el cultivo de maíz bajo riego y bajo temporal en las Provincias Agronómicas (PA) de Muy Buena y de Buena Productividad. Se condujo 302 módulos de riego en los ciclos agrícolas OI 87/88 y PV 1988, como muestra representativa de un millón de hectáreas de maíz bajo riego, y 201 módulos de temporal en los ciclos PV 1989 y PV 1990 para usar como muestra 1.77 millones de hectáreas de temporal de buena calidad. En ambos casos los módulos fueron de una hectárea. Estos módulos fueron conducidos de manera cooperativa entre el productor y el investigador residente del INIFAP. Los insumos, particularmente la semilla para la siembra y la tecnología, fueron aportados por el proyecto, en tanto que el productor aportó la mano de obra y la fuente de potencia requeridas. Se estableció por coordenadas al azar dos a cuatro predios vecinos de referencia por módulo, en los que el productor aceptó se diera seguimiento a su operación de campo y resultados. Esta parte del estudio produjo 730 parcelas referentes bajo riego y 567 bajo temporal. Los rendimientos promediaron 6.15 t/ha bajo riego, 4.30 t/ha en la PA de Muy Buena Productividad y 3.80 t/ha en la PA de Buena Productividad; los rendimientos homólogos referentes fueron respectivamente 3.63, 2.88 y 2.88 t/ha. Las considerables diferencias se asociaron con el mayor potencial productivo de los híbridos del INIFAP y con mayores densidades de población, aunque similar fertilización, con relación a las parcelas referentes. A partir de esta información y de su comparación con el estudio de 1977, se hicieron proyecciones para la producción nacional de 1985-1989 y para el período 2005-2009. La producción potencial fue 25.77 millones de toneladas anuales, para el período 1985-1989 y de 28.62 millones de toneladas anuales para el período 2005-2009. Se hicieron ambas proyecciones usando la superficie cosechada de 7.10 millones de hectáreas, de las que 1.1 millones son de riego y 6 millones de temporal.

<sup>2</sup> FUENTE: Antonio Turrent Fernández. 1986. Estimación del Potencial Productivo Actual de Maíz y Frijol en la República Mexicana. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 165 pp

<sup>3</sup> Rodrigo Aveldaño Salazar y 55 colaboradores. 1992. El Programa Nacional de Maíz de Alta Tecnología. Documento de circulación interna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.

Antonio Turrent Fernández, R. Aveldaño Salazar y R. Moreno Dahme. 1996. Análisis de las posibilidades técnicas de la autosuficiencia sostenible de maíz en México. *Terra* 14(4): 445-468.



### Evaluación de 2000 (publicada en 2004<sup>4</sup>)

Por los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco y Veracruz, fluye el 62% del recurso agua dulce del país. Sin embargo, muy poca infraestructura hidroagrícola ha sido desarrollada en esta región Sur-Sureste, donde se cosecha anualmente unas dos millones de hectáreas de maíz. Por manejarse bajo temporal, las tierras se siembran solamente en el ciclo Primavera-Verano, permaneciendo ociosas en el ciclo Otoño-Invierno, que es mayormente seco. Se estima que hay un millón de hectáreas de tierras de labor cercanas a fuentes abundantes de agua (ríos, lagunas, acuíferos someros) que podrían ser sembradas dos veces al año si se dotaran de infraestructura de riego.

Con el objetivo de ampliar el potencial productivo conocido de maíz del campo mexicano, se realizó estudios de campo durante los ciclos agrícolas OI 96/97, OI 97/98 y OI 98/99, aprovechando la escasa y regionalmente dispersa disponibilidad de predios con riego. En el ciclo OI 96/97 se condujo experimentos en 261 localidades de los ocho Estados, comparando tres híbridos y cinco variedades de polinización libre del INIFAP con 22 híbridos comerciales ofrecidos por los consorcios transnacionales. En los ciclos OI 97/98 y OI 98/99 se condujo diez experimentos en otras tantas localidades en que se estudió la respuesta de seis híbridos del INIFAP a la fecha de siembra y a la fertilización NPK, y a la densidad de población bajo condiciones de riego. Los resultados muestran que la tecnología actual permite obtener un rendimiento promedio del orden de 8 t/ha en el millón de hectáreas estudiado.

Muy probablemente, la factibilidad de introducir el riego a las tierras de temporal del Sur-Sureste se asocia más con la pequeña que con la grande irrigación, dadas la topografía de lomerío y la profundidad somera de gran parte de esos suelos. El sistema de riego presurizado del tipo pivote central, o de desplazamiento lateral podría ser la alternativa en muchos casos, como ya lo han experimentado productores visionarios del Sureste. Hasta ahora, la escasa interconexión eléctrica actúa como barrera al desarrollo de este tipo de riego.

Finalmente, la consideración de la capacidad maicera del campo mexicano quedaría incompleta si se excluyera la reserva de tierras de labor que actualmente se subutiliza bajo el sistema de ganadería extensiva. Se estima que hay unas 12 millones de hectáreas bajo tal manejo en los mismos ocho Estados del Sur-Sureste. En el sexenio 1988-1994, el poder Ejecutivo Federal tuvo a consideración y descartó, por no ser prioritario, el "proyecto Usumacinta", que planteaba construir infraestructura para el riego de un millón de hectáreas de tierras limítrofes entre Campeche y Tabasco. Gran parte de estas tierras es de uso ga-

nadero extensivo actual. Probablemente en los próximos 10 a 15 años, en la búsqueda de su seguridad alimentaria, la sociedad tomará la decisión de hacer los ajustes necesarios al Artículo 27 Constitucional que permitan dar uso agropecuario integrado a esas tierras. Si en dos millones de hectáreas de esa superficie se siembra maíz bajo riego en el ciclo Otoño-Invierno, se añadirá por lo menos 16 millones de toneladas al año.

La estimación del potencial productivo de maíz para los próximos 10 a 15 años es de 53 millones de toneladas anuales, de las que (a) 29 millones corresponden a lo que se podría producir actualmente a partir de las tierras que ya se cosechan anualmente de maíz: 1.1 millones de hectáreas bajo riego y 6 millones de hectáreas de temporal; (b) 8 millones adicionales se encuentran en el Sur-Sureste, después de acondicionar con infraestructura hidroagrícola un millón de hectáreas de tierras de labor; y (c) 16 millones de toneladas cosechables corresponden a dos millones de hectáreas de la reserva de tierras, actualmente bajo manejo ganadero extensivo, que habrán de acondicionarse para el riego.

La producción nacional promedio del período 2002-2006 es 20.58 millones de toneladas de maíz al año (mientras la producción potencial puede ser de 29 millones de toneladas anuales) y se importa alrededor de 10 millones de toneladas. Es conveniente aclarar que la potencialidad productiva examinada se refiere exclusivamente al uso de tecnología de origen público y con maíz no transgénico. No es necesario cambiar a maíz transgénico, y asumir colectivamente el riesgo y dependencia tecnológica asociados, para recuperar la suficiencia alimentaria en maíz.

### CONCLUSIONES

1. El potencial productivo de maíz del campo mexicano ha sido objeto de estudio por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias desde el año 1963, y continuó en 1977, 1991 y 2000.
2. Los productores mexicanos cosechan anualmente maíz en 1.1 millones de hectáreas de riego y 6 millones de hectáreas de temporal, y producen 20.58 millones de toneladas anuales. Una considerable fracción de estas tierras se maneja con dosis subóptimas de insumos. La cosecha puede aumentarse a 29 millones de toneladas en la misma superficie, si se aplicara la tecnología pública disponible a la totalidad de las tierras sembradas.
3. En los próximos 10 años y mediando la inversión en infraestructura hidroagrícola e intercomunicación eléctrica y modificaciones a la Constitución, la producción nacional de maíz podría incrementarse hasta el orden de 53 millones de toneladas anuales.

<sup>4</sup> Antonio Turrent Fernández, R. Camas Gómez, A. López Luna, M. Cantú Almaguer, J. Ramírez Silva, J. Medina Méndez y A. Palafox Caballero. 2004. Producción de maíz bajo riego en el Sur-Sureste de México: II. Desempeño financiero y primera aproximación tecnológica. *Agríc. Tec. Mex.* 30(2): 205-221.