



En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), desde 1963 se estudia el potencial productivo de maíz de la República Mexicana. 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, y al avance del conocimiento público. Se definía al potencial productivo como el promedio de varios años de producción nacio-

nal 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 toman en cuenta las tierras de labor de ocho estados del 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 manejan 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.

Hasta antes de la década de 1980, los investigadores del INIFAP y de otras doce instituciones del país habían conducido más de 2 500 experimen-

tos 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 otras prácticas de producción y protección. Estos experimentos fueron conducidos a lo largo de treinta años, por lo que sus resultados integran las variabilidades en

# El potencial

los rendimientos asociadas al clima y la edafología.

El conocimiento tecnológico y la superficie y calidad de la tierra dedicada al cultivo del maíz muestran una evolución en 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 2 545 experimentos de

campo conducidos en el periodo 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 PRO-NAMAT, 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 infor-

mación 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 también se ponderó el uso potencial de tierras con vocación agrícola, que actualmente se subexplotan con el sistema de ganadería extensiva.

#### Evaluación de 1977

Los 2 545 experimentos conducidos bajo temporal en el periodo 1952-1977 fueron agrupados en 72 agrosistemas de maíz, definidos a partir de seis estratos arbitrarios del cociente de la precipitación sobre la evaporación, tres estratos térmicos y cuatro 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 técni-



ca 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 del V Censo 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



# productivo del maíz



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 de 7.48 millones de hectáreas, de ellas 0.97 millones fueron de riego y 6.51 millones de temporal.

#### Evaluación de 1991

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el estatus de la tecnología para el cultivo de maíz bajo riego y bajo temporal en las Provincias agrónomicas (PA) de muy buena y de buena productividad. Se condujo 302 módulos de riego en los ciclos agrícolas OI 87/88 y primavera-verano (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 muestrear 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 investi-

gador 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 periodo 2005-2009. La producción potencial fue 25.77 millones de toneladas anuales, para el periodo 1985-1989 y de 28.62 millones de toneladas anuales para el pe-

riodo 2005-2009. Se hicieron ambas proyecciones usando la superficie cosechada de 7.10 millones de hectáreas, de las cuales 1.1 millones son de riego y 6 millones de temporal.

#### Evaluación de 2000

Por los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco y Veracruz, fluye 62% del agua dulce del país. Sin embargo, muy poca infraestructura hidroagrícola ha sido desarrollada en esta región sur-sureste, donde se cosechan anualmente unas dos millones de hectáreas de maíz. Por manejarse bajo temporal, las tierras se siembran solamente en el ciclo PV, permaneciendo ociosas en el ciclo otoño-invierno (OI), 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 realizaron 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 condujeron 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 01 97/98 y 01 98/99 se condujeron diez experimentos en otras tantas localidades en donde 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 en las tierras de temporal del sur-sureste se asocie más con la pequeña que con la gran irrigación, dada 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 interco-

nexión 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 lo 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 actualmente de uso ganadero extensivo.

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 esa superficie se siembra maíz bajo riego en el ciclo otoño-invierno, se añadirán 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; esto es, 1.1 millones de hectáreas bajo riego y 6 millones de hectáreas de temporal; b) 8 millones adicionales 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 en 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 periodo 2002-2006 es de 20.58 millones de toneladas de maíz al año (mientras la producción potencial es 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. 



#### Antonio Turrent Fernández

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aveldaño Salazar, R. 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.

Turrent F., A. 1986. *Estimación del Potencial Productivo Actual de Maíz y Frijol en la República Mexicana*. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_, R. Aveldaño Salazar y R. Moreno Dahme. 1996. "Análisis de las posibilidades técnicas de la autosuficiencia sostenible de maíz en México", en *Terra*, vol. 14, núm. 4, pp. 445-468.

\_\_\_\_\_, 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", en *Agríc. Tec. Mex.*, vol. 30, núm. 2, pp. 205-221.

#### IMÁGENES

P. 126: Francisco Moreno Capdevila, *El coyote*, 1951. P. 127: Leopoldo Méndez, *El camino a Campeche*, 1946; Alfredo Zalce, *Cuentos mayas*, 1947. P. 128: Fernández Ledezma, *Ilustración para el álbum de animales mexicanos*, 1944; Leopoldo Méndez, *Serpiente*, 1944. P. 129: A. R. Gómez, *Tlacoyote o puerco juin*, 1932; Sergio Sánchez Santamaría, 1976